



Manuel de gestion des espèces exotiques envahissantes du bassin Loire-Bretagne



Avec le soutien financier de :



UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen de
Développement Régional



Établissement public de l'initiative
chargé du développement durable

Dans le cadre du :





AVANT PROPOS



Le plan Loire grandeur nature permet d'initier des projets coordonnés à l'échelle du bassin de la Loire depuis 1999. Cette mobilisation concertée des partenaires techniques et financiers bénéficie à la protection du riche patrimoine écologique ligérien menacé par le développement d'espèces exotiques. Pour faire face à cette prolifération qui fragilise les écosystèmes, un groupe de coordination d'acteurs s'est créé dès 2001 dans les Pays de la Loire, favorisant l'émergence d'une dynamique sur l'ensemble du bassin sous l'impulsion de l'agence de l'Eau Loire Bretagne.

Face à l'ampleur du phénomène sur le bassin, la mobilisation s'avère nécessaire. À ce titre, depuis 2007, les Conservatoires d'espaces naturels, confrontés concrètement aux invasions biologiques, s'impliquent sur ces enjeux complexes tant pour adapter la gestion de leurs sites que pour l'animation de réseaux d'acteurs régionaux.

La mise en œuvre de la stratégie nationale relative aux espèces exotiques envahissantes, parue en 2017, s'appuiera sur les coordinations d'animation locales existantes. Pour les territoires

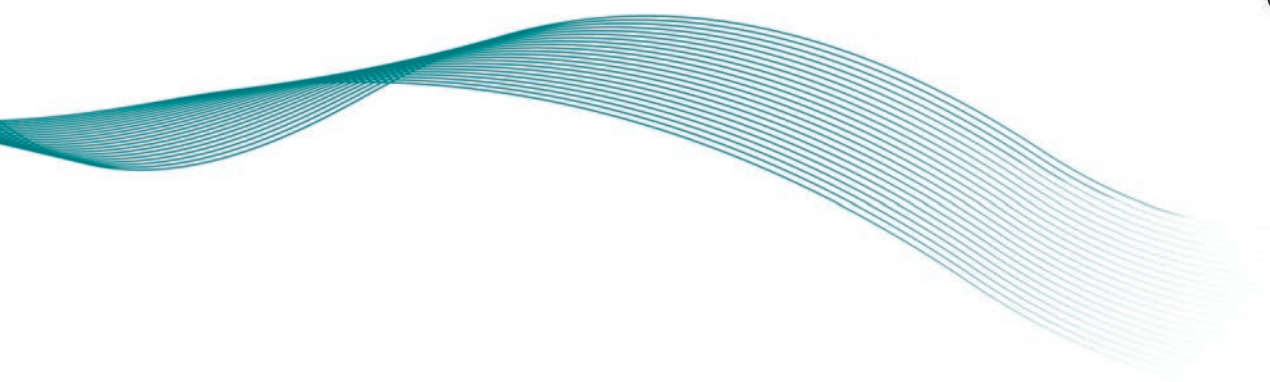
qui en sont dépourvus, il sera nécessaire de former des réseaux d'acteurs impliqués sur les espèces invasives.

Pour ce faire, le développement d'outils commun est une nécessité, qui a été identifiée dans la stratégie de gestion des espèces exotiques envahissantes du bassin Loire-Bretagne 2014-2020. Le travail de valorisation des expériences issues de ce réseau de bassin est déjà bien engagé avec la production de multiples références, faites pour être mobilisable par d'autres acteurs, d'autres bassins versants.

Ce manuel de gestion est un ouvrage concret ayant pour objectif d'appuyer les acteurs de terrain dans les décisions parfois complexes qu'ils doivent prendre pour limiter les effets de ces invasions d'espèces exotiques. Il vient compléter les autres outils partagés produits à l'échelle bassin, comme l'atlas et le guide d'identification.

Christophe Lépine

*Président de la Fédération des Conservatoires d'espaces naturels
Président des Conservatoires d'espaces naturels des Hauts-de-France*



Merci d'utiliser la référence bibliographique suivante :

Varray S. (Coord.), Haury J., Hudin S., et al., 2018. *Manuel de gestion des espèces exotiques envahissantes du bassin Loire-Bretagne*. Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, 152 p.

PRÉFACE

Les invasions biologiques sont considérées comme l'une des principales causes de perte de biodiversité à l'échelle planétaire et sont devenues des préoccupations majeures des gestionnaires des milieux naturels, des chercheurs et des décideurs.

À l'image des autres bassins versants, la progression des espèces exotiques envahissantes sur le bassin de la Loire est favorisée par les corridors fluviaux. Sur le bassin de la Loire, dont la richesse du patrimoine naturel est reconnue à l'échelle européenne, ces proliférations sont préoccupantes et de nombreuses initiatives sont engagées depuis les années 1990 pour les enrayer.

Le plan Loire grandeur nature porte cette ambition en soutenant des actions sur le bassin ayant pour objectif de prévenir l'installation de nouvelles espèces exotiques envahissantes et de contenir les espèces déjà installées. À travers ce plan pluriannuel, l'agence de l'eau Loire-Bretagne et la Région Centre-Val de Loire en tant qu'autorité de gestion du FEDER Loire financent des actions favorisant la coordination et la mise en réseau des acteurs pour trouver des solutions, expérimenter et partager les pratiques.

Ces soutiens financiers permettent la mise en œuvre de la stratégie de gestion des espèces exotiques envahissantes du bassin Loire-Bretagne 2014-2020 et de son programme d'actions. Parmi les 24 actions identifiées à l'échelle bassin, la production d'outils partagés répond à une attente forte des acteurs de terrain.

Fruit de la collaboration des membres du réseau d'acteurs sur les espèces exotiques envahissantes du bassin Loire-Bretagne, cet ouvrage s'adresse à tous les acteurs impliqués dans la gestion ou le suivi des espèces invasives sur le bassin Loire-Bretagne. Il vise également à être utile aux décideurs qui coordonnent ou financent des actions sur cette problématique.

Martin Gutton
Directeur général de l'agence
de l'eau Loire-Bretagne

Michelle Rivet
Vice-Présidente de la Région
Centre-Val de Loire,
déléguée à l'environnement
et au développement rural



Xanthium orientale.

SOMMAIRE

Partie 1 : contexte et fondamentaux.....4

Les invasions biologiques..... 6

D'un phénomène spontané à la mondialisation6

Notions fondamentales : définition d'une invasion

biologique7

Notions de dynamique des populations et d'écologie

générale8

Enjeux de gestion9

Voies d'introduction..... 12

Les voies d'introduction volontaires..... 12

Les voies d'introduction accidentelles..... 14

Processus d'invasion et analyse de risque 16

Processus liés à l'invasion..... 16

Des perturbations favorisant l'invasion..... 17

Analyse des risques d'invasion 18

Les impacts des espèces exotiques envahissantes 20

Les impacts sur les écosystèmes 20

Les impacts sur les activités humaines 22

Les impacts sur la santé publique et la sécurité 22

L'évaluation des impacts 23

Règlementation européenne et nationale..... 24

Cadre international..... 24

Cadre européen..... 24

Réglementation nationale 25

Réglementation concernant la gestion de la flore..... 30

Réglementation concernant la gestion de la faune 32

Élaboration de listes d'espèces exotiques envahissantes .. 34

Catégoriser les espèces exotiques envahissantes pour

identifier des priorités de gestion 34

Objectifs de la catégorisation 34

Les principales méthodes actuellement utilisées pour

hiérarchiser les espèces 34

La méthode de catégorisation utilisée pour le bassin

Loire-Bretagne 35

Biogéographie et milieux du bassin Loire-Bretagne 38

Un bassin versant aux multiples facettes 38

Un territoire sensible aux invasions biologiques..... 40

Coordination des acteurs pour une meilleure gestion des espèces exotiques envahissantes sur le bassin Loire-Bretagne..... 42

Le groupe de travail sur les espèces exotiques envahissantes

du bassin Loire-Bretagne..... 42

Le plan Loire grandeur nature 42

Réseau d'acteurs sur les espèces exotiques envahissantes 42

Les coordinations territoriales..... 43

Liens avec les autres groupes de travail sur les espèces

exotiques envahissantes 45

Stratégie de gestion des espèces exotiques envahissantes

du bassin Loire-Bretagne 2014-2020 46

Partie 2 : la gestion de sites48

Planifier la gestion50

Itinéraire de gestion : vue d'ensemble des différentes étapes de la gestion 50

Réaliser un état des lieux 52

Rassembler des données bibliographiques 52

Rassembler des données de terrain pour alimenter

une réflexion globale 52

Réaliser des cartographies sur les espèces exotiques envahissantes 54

Des cartes construites en fonction du public ciblé 54

Réaliser des cartes sur les espèces exotiques envahissantes..... 54

Vers une lecture éclairée des cartes 56

Établir une stratégie de gestion 58

Évaluation des enjeux et des risques 58

Définition des objectifs de gestion..... 59

Définition d'un plan d'action..... 60

Mise en œuvre et suivi 63

Évaluation globale 63

Vers une amélioration de la gestion des espèces exotiques

envahissantes 63

Budgéter une action de gestion 64

Les coûts de gestion des espèces exotiques envahissantes 64

Coûts de chantier..... 64

Coûts annexes 65

Étude sur les coûts et l'efficacité de la gestion à l'échelle

du bassin..... 65

Financer une action de gestion 66

Évaluer la gestion et de consolider un corpus de connaissances 68

Pourquoi évaluer la gestion ? 68

Comment évaluer la gestion ? 68

La gestion 70

Prévenir 70

Surveiller 72

Intervenir 74

Les précautions à prendre lors d'une intervention sur les espèces exotiques envahissantes 74

Les techniques d'intervention sur le milieu 75

Les techniques de gestion spécifiques à la flore 79

Les techniques de gestion spécifiques à la faune 86

La lutte biologique 88

Les périodes d'intervention 92

La gestion et la valorisation des déchets 94

Contexte général concernant les déchets végétaux 94

Les procédés d'élimination des déchets 95

Procédés de valorisation des déchets 96

Cas particulier des renouées asiatiques 99

Les terres « contaminées » 100

Mettre en place un suivi post intervention 102

Mettre en place un suivi pré et post-intervention 102

L'entretien post intervention 103

Évaluation de la gestion 104

Améliorer la gestion des espèces exotiques envahissantes sur le bassin Loire-Bretagne 104

Rédiger des retours d'expérience de gestion 104

Les freins à la mutualisation des connaissances 104

Vers une amélioration de la mutualisation 105

Retours d'expérience de gestion 106

Étude des formes terrestres de Jussie sur les marais de l'Erdre et de Brière 106

Animation et déclinaison du plan régional de lutte contre l'Ambrosie en Auvergne 110

Gestion de la Grenouille taureau en Sologne 114

Gestion de l'Écrevisse de Louisiane au sein du Parc naturel régional de la Brenne 118

Partie 3 : fiches techniques 122

Organiser un réseau de veille et d'alerte 124

Détection précoce et réseau de veille 124

Le protocole d'alerte 126

Vers une intervention rapide 127

Outils pour la gestion : fiches gestion de 6 espèces 128

Jussies exotiques (*Ludwigia grandiflora* et *Ludwigia peploides*) 128

Berce du Caucase (*Heracleum mantegazzianum*) 130

Crassule de Helms (*Crassula helmsii*) 132

Raton laveur (*Procyon lotor*) 134

Tortue de Floride (*Trachemys scripta elegans*) 136

Xénope lisse (*Xenopus laevis*) 138

Nettoyer son matériel 140

Nettoyer les engins de chantier 142

Fiche de signalement de station d'espèces exotiques envahissantes 144

Fiche de suivi de chantier 145

Annexes 146

Glossaire et sigles 148

Bibliographie 150

Contacts 152







© S. Hudin

Partie 1 : contexte et fondamentaux

Les invasions biologiques

D'un phénomène spontané à la mondialisation

Les invasions spontanées

Le phénomène des invasions existe depuis longtemps et est connu depuis de nombreuses années. Il s'agit, pour une espèce introduite, de l'agrandissement durable de son aire de répartition (WILLIAMSON, 1996). Les extensions d'aires de répartition d'espèces autochtones ne seront pas considérées dans cet ouvrage comme des **invasions biologiques**, même si certaines peuvent causer des dommages. C'est le cas par exemple de la Chenille processionnaire du pin, une espèce indigène du sud de la France dotée de poils urticants, qui augmente son aire de répartition vers le nord. La dynamique des populations est effectivement un processus naturel, de même que l'adaptation. L'introduction initiale est toutefois liée à l'action anthropique et c'est bien à ce niveau qu'il est souhaitable d'agir autant que faire se peut et dès que possible.

Le développement des sociétés humaines et ses impacts qui touchent l'ensemble des écosystèmes de la planète se sont accompagnés d'un déplacement massif, volontaire ou non, d'espèces animales et végétales en permettant l'implantation de nombre d'entre elles hors de leur aire d'origine. Parmi ces espèces, certaines sont considérées comme envahissantes car elles occasionnent des dommages à la biodiversité ou aux usages humains dans les milieux qu'elles colonisent. De ce fait, les invasions biologiques sont aujourd'hui liées à l'Homme et à ses activités (WILLIAMSON, 1996).



De nombreuses espèces exotiques, telles que l'Herbe de la pampa (*Cortaderia selloana*), ont été introduites en France pour l'ornement.

Le développement des sociétés humaines

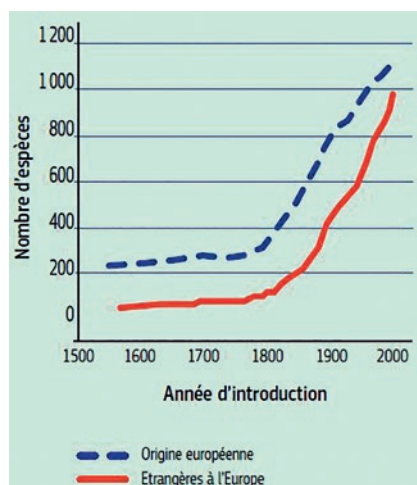
À partir des premiers voyages circum-planétaires du XIV^e siècle, les échanges intercontinentaux se sont progressivement développés. La révolution industrielle (XVIII^e siècle) a par la suite engendré une très forte accélération de ces échanges, grâce à l'invention de nouveaux modes de transport comme les bateaux à vapeur et à la construction d'infrastructures telles que les voies de chemin de fer, les canaux ou les autoroutes. Ces moyens d'échanges, devenant de plus en plus performants et rapides, ont abouti à la mondialisation du commerce, dans tous ses aspects et produits, depuis les matières premières jusqu'aux objets manufacturés et aux voyages touristiques. Ces perfectionnements techniques, couplés à une croissance économique généralisée, font que nous vivons aujourd'hui dans cette « ère de Mondialisation » (PERRINGS *et al.*, 2005). Ce commerce et ces voyages internationaux croissants sont les vecteurs des introductions volontaires ou fortuites d'espèces exotiques, c'est-à-dire d'espèces non originaires de la zone géographique où elles sont introduites, dont certaines, après installation, peuvent devenir envahissantes (GARCIA-BERTHON *et al.*, 2005).

Histoire récente des invasions biologiques

Le phénomène des invasions biologiques a connu une croissance très importante depuis le début des années 90, à la fois en termes de diversité d'organismes concernés et de milieux touchés. La prise de conscience de leur importance s'est également accrue avec la multiplication et la médiatisation croissante des problèmes engendrés. À l'échelle européenne, l'accroissement des échanges et la suppression des barrières douanières intracommunautaires avec des possibilités de vérification des échanges de marchandises biologiques (en particulier les quarantaines imposées pour les végétaux cultivés) ont accéléré le phénomène, comme cela a été montré pour les animaux par PASCAL *et al.* (2006). Il a été montré que le nombre d'espèces introduites en Europe suit une courbe exponentielle et que nous ne sommes probablement qu'au début du phénomène (LAMBTON *et al.*, 2008).

L'établissement d'une stratégie européenne, avec le règlement européen relatif aux espèces exotiques envahissantes préoccupantes pour l'Union européenne en 2014, puis d'une stratégie nationale en 2017, sont des réponses à l'accélération du phénomène et à la perception plus complète qui en a été faite. Parmi d'autres difficultés, ces stratégies constatent celle de limiter les échanges d'espèces entre Etats membres de l'Union européenne et donc les risques d'extension des problèmes une fois que des espèces exotiques considérées comme envahissantes sont introduites dans l'espace intracommunautaire.

Une mise en perspective historique, accompagnée d'une large vision biogéographique, s'impose à la fois pour mieux comprendre et évaluer les phénomènes d'**invasions biologiques**, en percevoir les enjeux et définir des stratégies spécifiques de gestion des différentes espèces invasives. Pour ce faire, il convient de prendre en considération non seulement les taxons, les particularités physiques et écologiques des territoires colonisés, mais



Le nombre d'espèces introduites en Europe est en constante augmentation depuis le XVI^e siècle, avec une nette accélération de ce phénomène à partir du XIX^e siècle (LAMBDON *et al.*, 2008).

également les acteurs humains et leurs comportements dans les cadres politiques, juridiques et réglementaires appliqués à ces territoires.

Notions fondamentales : définition d'une invasion biologique

Une invasion biologique est un événement généralement perçu comme soudain, dans un territoire donné et correspondant au développement important d'une **population** (animaux ou végétaux) d'origine exotique qui prolifèrent et causent des nuisances ou des dommages. Cette définition recouvre plusieurs aspects complémentaires qui sont liés à la notion d'invasion biologique.

Un événement soudain

La présence d'individus d'origine exotique n'implique pas obligatoirement des aspects négatifs, à tel point que toute acclimatation réussie a longtemps été présentée comme un succès. Rappelons que la Société nationale de protection de la nature avait pour nom « Société nationale de protection de la nature et d'acclimatation de France » et les jardins botaniques étaient les « Jardins botaniques et d'acclimatation ».

La soudaineté des invasions biologiques est souvent due aux ressentis liés à la prise en compte du problème. Certaines espèces actuellement considérées comme invasives ont été présentes dans leurs milieux d'introduction sans expansion significative durant des années, voire des décennies, ce qu'on appelle une **période de latence** (cf. chapitre page 16), pour ensuite gagner d'autres secteurs proches et causer des dommages qui ont amené à les qualifier d'exotiques envahissantes.

Dans un territoire donné

La notion d'invasion suppose qu'il existe une zone géographique colonisée par une espèce exotique considérée comme envahissante, qui sera nommée dans cet ouvrage « territoire », qu'il est possible de localiser et de cartographier, y compris au fil du temps, pour en apprécier la dynamique.

D'origine exotique

Cette notion signifie que les espèces considérées proviennent d'autres zones biogéographiques que la zone d'étude, ce qui suppose de connaître l'aire d'origine des espèces.

Les espèces exotiques envahissantes sont également être dénommées « espèces invasives », terme intégrant à la fois leur origine exotique et le statut d'envahissante qui leur est attribué. Ce mot est à l'origine un anglicisme, utilisé pour différencier les espèces proliférantes d'origine exotique des espèces indigènes.

Qui prolifèrent

Le terme d'invasion est en général réservé aux cas de fort développement des **populations** (explosion démographique et expansion géographique), aussi appelés proliférations. Pour les végétaux, seule une minorité d'espèces exotiques naturalisées, de l'ordre de 10 % selon les estimations de WILLIAMSON & FITTER (1996) développeraient un caractère considéré comme envahissant. Cette proportion est beaucoup plus importante pour les espèces animales exotiques. Des estimations précises sont cependant complexes, vu le temps de latence possible avant la prolifération d'une espèce et compte tenu de la part de subjectivité difficile à évaluer dans l'appréciation d'un phénomène invasif.



Le développement important d'herbiers d'Hydrocharitacées comme l'Elodée de Nuttall (*Elodea nuttallii*) et du Canada (*Elodea canadensis*) dans le Loiret (45) a entraîné une gêne des activités nautiques (aviron) et de loisirs (pêche).

Qui cause des dommages

Suivant la définition de l'UICN, certains auteurs considèrent qu'il n'y a invasion que lorsqu'il y a dommage écologique (effet écologique négatif sur d'autres espèces ou sur l'écosystème) ou nuisance (dommage ressenti par les acteurs). L'impact de ces proliférations est cependant rarement prouvé, faute d'études ou de recherches appropriées. Les impacts induits par les espèces exotiques envahissantes sont divers et peuvent concerner l'écologie, l'économie ou la santé (cf. chapitre sur les impacts page 22).

■ Définitions des « espèces exotiques envahissantes »

« Une espèce exotique dont l'introduction ou la propagation s'est révélée constituer une menace pour la biodiversité et les services écosystémiques associés, ou avoir des effets néfastes sur la biodiversité et lesdits services. » (Règlement européen (UE) n° 1143/2014)

« Une espèce animale ou végétale est qualifiée d'exotique envahissante ou invasive dès lors qu'elle est introduite dans un milieu hors de son territoire d'origine et qu'elle a des impacts négatifs écologiques, économiques et/ou sanitaires. » (Groupe de travail sur les plantes exotiques envahissantes du bassin Loire-Bretagne, 2014 ; UICN, 2000).

■ Notions de dynamique des populations et d'écologie générale

Population, peuplements et espèces dans un territoire

Un individu d'une espèce donnée appartient à une **population** qui échange ou non des gènes avec des individus d'une autre population présente dans un autre territoire. Les populations en interrelations génétiques forment une métapopulation. L'écologie d'une espèce est classiquement décrite par la notion de niche écologique (ensemble des conditions favorables à l'espèce), qui est plus ou moins large. Plus une espèce a une amplitude écologique large, plus elle sera adaptable.

De façon très générale, un même territoire comprend des individus appartenant à plusieurs espèces, qui forment le peuplement ou la biocénose. Pour les végétaux, il y a généralement constitution d'un ensemble structuré selon les différents **biotopes**, formant un « tapis végétal », dans lequel les différentes espèces occupent des places particulières et sont en interrelations les unes avec les autres.

Le territoire fonctionnel : l'écosystème et le paysage

Les biocénoses vivent dans un milieu déterminé qui peut permettre leur maintien dans le temps : le **biotope**. Des relations

fonctionnelles fortes existent entre les biocénoses et leur **biotope**, ce qui permet de définir l'écosystème par l'équation Écosystème = biocénoses + biotope où le « + » signifie addition et relations fonctionnelles (HAURY *et al.*, 2010).

Cet ensemble fonctionnel se détermine par les relations internes qui s'y déroulent mais aussi par ses échanges avec les territoires adjacents. Si les échanges sont restreints (une mare sans connexion hydraulique par exemple), on parle d'écosystème fermé, sinon on parle d'écosystème ouvert. Plus les échanges avec l'extérieur sont importants, plus les risques statistiques de transfert d'espèces, indigène ou exotique, sont importants. Les écosystèmes ne sont pas isolés, mais ils forment des mosaïques d'écosystèmes ou éco-complexes, dont certains assemblages peuvent composer des paysages.

La prise en compte du temps : dynamique des populations et des écosystèmes

Il existe en permanence des changements dans l'équilibre des **populations** et des écosystèmes. En effet, dans la plupart des cas, un individu naît, se développe puis meurt le plus souvent après s'être reproduit sexuellement et/ou multiplié végétativement. D'autre part, des changements globaux dans la structure et le fonctionnement des écosystèmes peuvent être observés, comme par exemple l'enfrichement des zones humides puis leur fermeture avec l'apparition de **lignieux**, souvent suite à l'abandon des pratiques agricoles.

Ces modifications permanentes maintiennent les écosystèmes dans des états longtemps considérés comme en équilibre (le concept d'équilibre écologique a été utilisé depuis plusieurs décennies) alors qu'en fait cet état est en permanente évolution, mais régulé par des facteurs de contrôle portant à la fois sur :

- la disponibilité des ressources du milieu, facteurs abiotiques comme l'eau, les éléments nutritifs, etc. ;
- les facteurs biotiques qui régulent les **populations**, tels que le parasitisme, la consommation par les herbivores, la compétition ;
- les interactions favorables, comme les espèces fournissant un abri ou des agents pollinisateurs.

Ces facteurs de contrôle agissent au sein de l'écosystème selon des rythmes et des modalités multiples et l'arrivée d'une nouvelle espèce venant modifier, quelquefois de manière assez rapide, certaines de leurs composantes, crée une situation chaotique temporaire, expliquant les proliférations.

Dans ce contexte, les phénomènes adaptatifs permanents (génétiques, physiologiques, comportementaux) de l'ensemble des communautés vivantes présentes, y compris la nouvelle arrivée, doivent pouvoir conduire à terme à la mise en place de nouveaux équilibres intégrant l'espèce exotique dans le fonctionnement global de l'écosystème. La durée de cette période de régulation peut être extrêmement variable (quelques heures pour des bactéries) et atteindre des décennies voire des siècles pour des espèces au long cycle de vie dans des environnements à faible **résilience**. La multiplicité actuelle des introductions d'espèces, encore facilitée par les changements globaux

► Le cas particulier des écosystèmes aquatiques et humides et des corridors fluviaux

Les écosystèmes aquatiques et humides sont caractérisés par la présence d'eau en surface des sols, au moins une partie de l'année. Beaucoup d'écosystèmes aquatiques sont en interconnexion permanente (tronçons de cours d'eau, biefs de canaux) ou temporaire (lors des inondations par exemple) par l'intermédiaire du réseau hydrographique, qui constitue une voie importante de **dissémination** des **diaspores** (ou **propagules**) et d'espèces animales aquatiques. Les corridors fluviaux sont donc susceptibles d'être aisément colonisés par les espèces invasives à partir d'une zone de colonisation initiale.

À l'inverse, les écosystèmes aquatiques fermés, tels que les mares, peuvent être protégés des colonisations par des espèces invasives par leur relatif isolement. En cas de colonisation par une **espèce exotique envahissante**, l'absence de connexion est une relative « assurance » contre la propagation inopportune ultérieure de cette espèce et éventuellement, un élément favorable à sa gestion. Les phénomènes de **disséminations** et de confinement relèvent des mêmes processus en cours d'eau et zones humides, mais se manifestent différemment.

En cours d'eau, le courant permanent assure les transferts amont-aval. Les zones de rivières anastomosées et les bras morts sont souvent des lieux de prolifération et d'installation préférentielle. En zone humide, particulièrement en zones aménagées, les systèmes de canaux interconnectés, formant des réseaux denses où l'eau circule très lentement en période d'étiage, en font aussi des lieux de confinement propices à l'installation de colonisations souvent denses et durables, tandis que les axes principaux (constituant généralement 10 à 20 % des linéaires de ces réseaux), souvent peu colonisés, restent relativement actifs dans les transferts de **propagules**.

Le régime hydrologique du site est à prendre en considération à la fois pour expliquer les mises en



La Crassule de Helms, comme les jussies, peut développer une forme terrestre pour s'adapter aux conditions d'humidité du milieu colonisé.

connexion et les **disséminations** potentielles de **diaspores**, mais aussi en tant qu'apport possible de sédiments modifiant les **biotopes** et pouvant ainsi, par exemple, favoriser l'installation de boutures de plantes aquatiques ou créer des sites d'accueil de certaines espèces animales invasives. Enfin, l'exondation de zones rivulaires de ces milieux peut entraîner la mort des plantes invasives hydrophytes strictes (comme les élodées) ou, d'autant plus si le phénomène se reproduit au fil du temps, favoriser l'apparition de formes terrestres chez certaines espèces amphiphytes comme les jussies (*Ludwigia spp.*) ou la Crassule de Helms (*Crassula helmsii*).

(changement climatique, artificialisation des terres et des milieux aquatiques, etc.), est d'une ampleur telle que les désordres fonctionnels ainsi créés modifient fortement l'état et la dynamique de certains écosystèmes, impactant leur capacité de **résilience**. Une autre conséquence est la difficulté de conduire des recherches prospectives efficaces dans ce domaine, en particulier sur les échéances d'autorégulation ou sur les modifications à long terme des écosystèmes suite à l'intégration de ces nouvelles espèces, amenant d'ailleurs certains chercheurs à évoquer des « néo-écosystèmes ».

À très long terme, les écosystèmes évoluent selon des successions. Elles correspondent au remplacement d'un type d'écosystème (par exemple une pelouse) par un autre type d'écosystème (par exemple une forêt), qui s'accompagne de changements de structure (des végétaux ras **herbacés** remplacés par des **ligneux**)

et de caractéristiques fonctionnelles, avec par exemple des accroissements de biomasses végétales.

► Enjeux de gestion

Des espèces présentant des impacts importants

Le développement des espèces exotiques envahissantes est considéré comme l'une des causes majeures de perte de biodiversité locale dans le monde (GUREVITCH & PADILLA, 2004). Les espèces exotiques envahissantes induisent des impacts multiples sur la biodiversité (modification de l'écosystème, concurrence ou prédation d'espèces indigènes, transmission de pathogènes, etc.), la santé humaine (pollen allergisant, sève photosensibilisante, etc.) et l'économie (perte de rendement agricole, gêne des activités de loisirs, etc.).

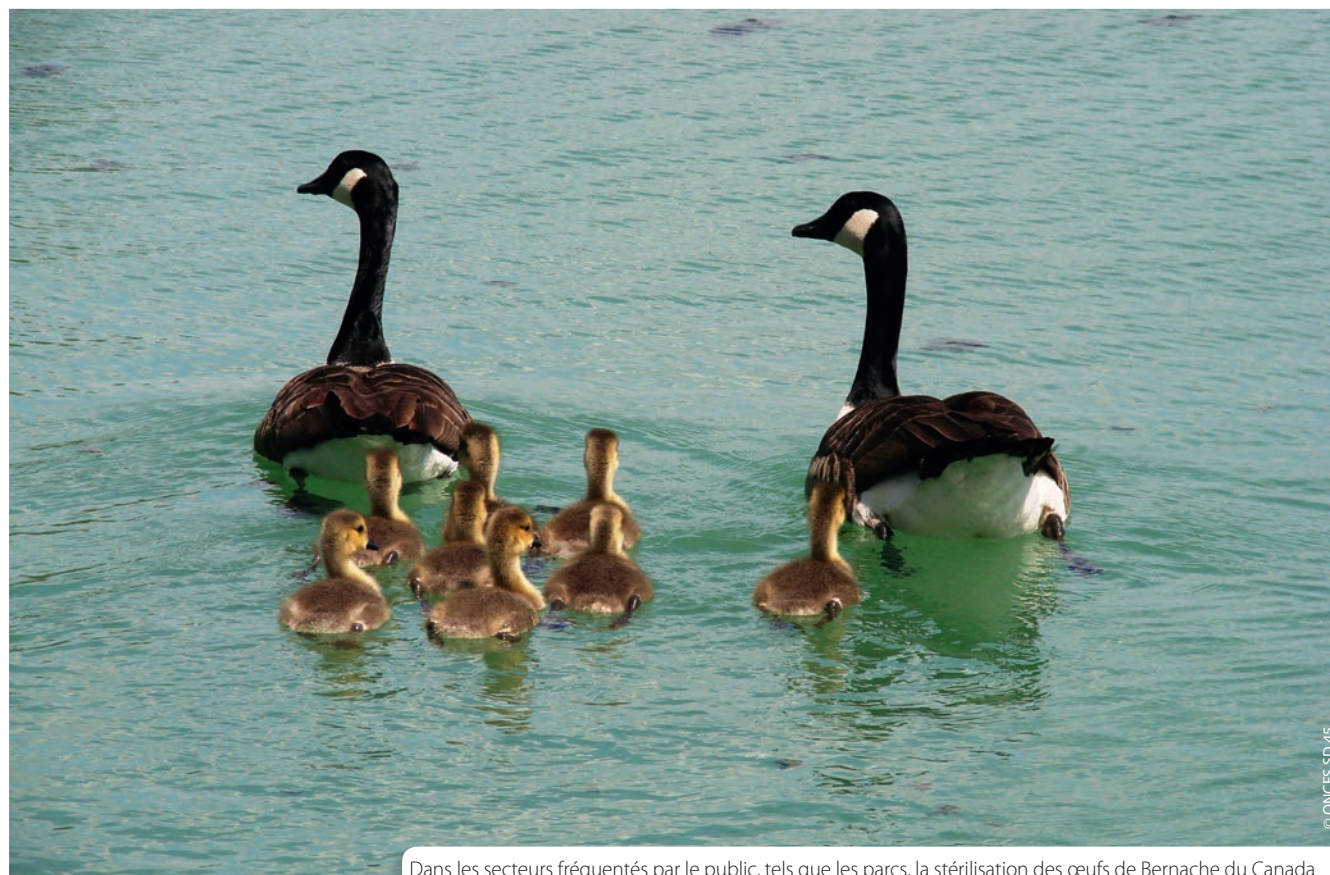
Les coûts annuels induits à l'échelle mondiale par ces espèces invasives sont évalués à hauteur de plusieurs milliards d'euros (UICN, 2000). En Europe, près de 1 100 espèces exotiques ont été recensées dont 10 à 15 % présentent des impacts négatifs (programme DAISIE) et engendrent des dépenses annuelles évaluées à 12,5 milliards d'euros, dont près de 77 % sont liés aux dommages et 23 % à la gestion (KETTUNEN *et al.*, 2009). KETTUNEN et ses collègues (2009) précisent par ailleurs que ce total correspond aux coûts « documentés » et que le coût probable, sur la base de certaines extrapolations des coûts, pourrait dépasser 20 milliards d'euros.

À l'échelle nationale, une première évaluation des dépenses, intégrant les coûts des dommages causés et des interventions de gestion de ces espèces, a été réalisée par WITTMANN & FLORES-FERRER en 2015. Les auteurs ont indiqué que pour la période 2009-2013 l'évaluation du montant annuel de dépenses calculée, estimée à environ 38 millions d'euros, était probablement une sous-estimation.

Les invasions biologiques concernent l'ensemble des groupes taxonomiques et des milieux. Les milieux aquatiques sont cependant parmi les plus touchés par les espèces exotiques envahissantes au vu du nombre d'espèces concernées (LEFEUVRE, 2013). Les invasions biologiques dans les milieux aquatiques présentent de très nombreux impacts sur les communautés indigènes de flore et de faune et sont également sources de gênes et de nuisances pour les usagers et les riverains de ces milieux (MATRAT *et al.*, 2012 a). Pour répondre à ces enjeux et aux questionnements des gestionnaires de terrain, un groupe de travail sur les plantes aquatiques exotiques envahissantes du bassin Loire-Bretagne a été créé en 2002 par l'agence de l'eau Loire-Bretagne. Cette échelle est en effet apparue très tôt comme pertinente pour appréhender la problématique des espèces exotiques envahissantes pour leur gestion (*cf. chapitre page 44*).



D'après LEFEUVRE (2013), les milieux aquatiques sont parmi les plus touchés par les espèces exotiques envahissantes. Les impacts y sont particulièrement nombreux et variés.



Dans les secteurs fréquentés par le public, tels que les parcs, la stérilisation des œufs de Bernache du Canada est préférée aux tirs car elle est plus discrète et mieux acceptée du grand public.

© ONCFS SD 45

Une gestion complexe avec de multiples enjeux

Au vu des problèmes induits par les espèces exotiques envahissantes, il est nécessaire de les gérer afin de réduire leurs impacts. La gestion de ces espèces reste cependant complexe car elle implique souvent d'utiliser des moyens d'intervention qui peuvent produire des impacts négatifs sur le milieu et les espèces autochtones (CARRIERE *et al.*, 2008). Par ailleurs, les efficacités des techniques de gestion utilisables selon les espèces et les milieux sont encore insuffisamment connues pour des mises en œuvre en conditions de sécurité maximales. Cette gestion peut également être en contradiction avec la réglementation visant à protéger certains milieux ou territoires et peut par extension favoriser les espèces exotiques envahissantes qui s'y trouvent. C'est par exemple le cas de la trame verte et bleue, dont le développement ou la restauration pourrait faciliter la propagation des espèces invasives. De plus, le contrôle de ces espèces peut être mal perçu, certaines d'entre elles étant très appréciées du grand public, comme la Bernache du Canada (*Branta canadensis*). Quelques espèces possèdent aussi des intérêts économiques importants, liés au tourisme par exemple, la lutte occasionnant alors des pertes financières, la présence d'espèces exotiques envahissantes rendant parfois un espace plus attractif

pour le grand public (CARRIERE *et al.*, 2008). Enfin, la multiplicité des espèces invasives et des milieux envahis implique de nombreux chantiers, nécessitant d'importants moyens financiers. Ces investissements, parfois difficiles à mobiliser et à répartir, sont souvent peu compréhensibles pour les **populations** qui ne sont pas directement impactées ou affectées par ces invasions (SHARP *et al.*, 2011).

Replacer la gestion dans le cadre théorique et pratique de l'écologie de la restauration.

La gestion des espèces invasives correspond de fait à une altération plus ou moins importante d'une situation dont on évalue l'intérêt par rapport à une situation souhaitable.

L'écologie de la restauration permet de replacer les actions curatives de gestion dans une optique générale d'écosystémique (FRONTIER *et al.*, 2004), en essayant de restaurer des fonctions (dont la fonction de biodiversité) et des services écosystémiques (notamment les possibilités d'usage des milieux agricoles ou fluviaux). Dans la mise en place d'outils d'évaluation et de suivi, les concepts et réalisations de cette discipline écologique permettent de bien poser les questions et de les replacer dans le cadre de la gestion intégrée des écosystèmes.

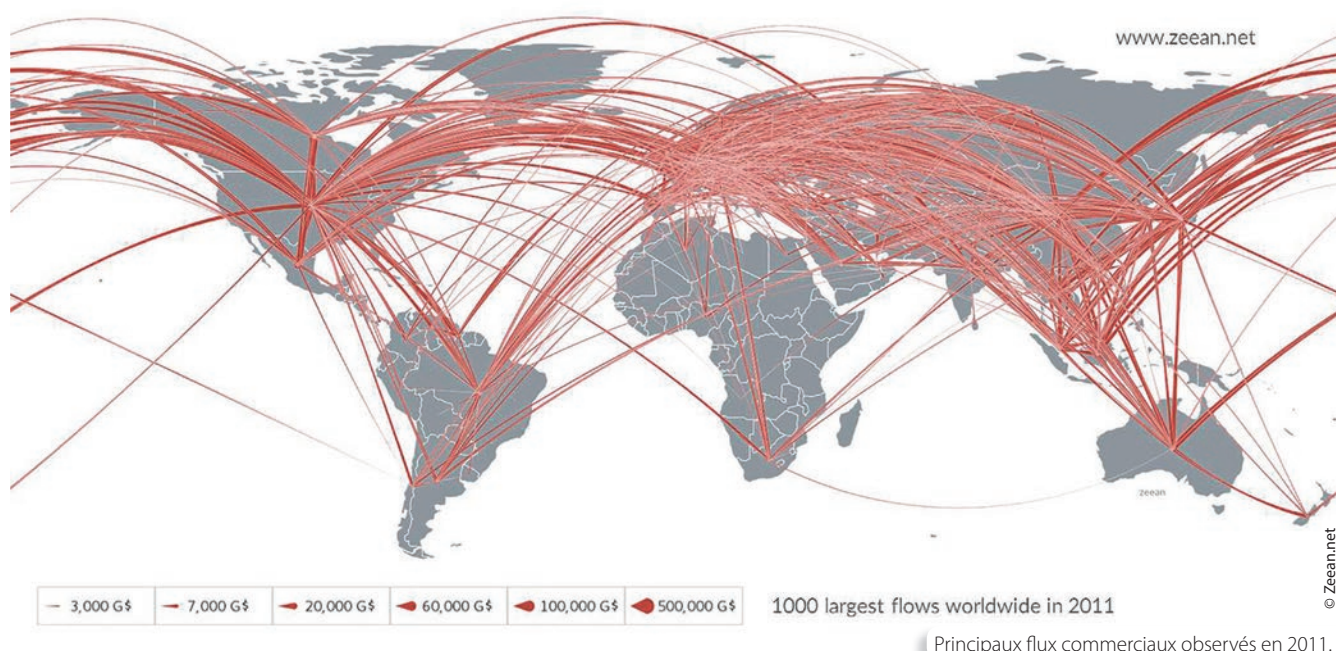
Voies d'introduction

Toutes les espèces végétales et animales sont susceptibles de déplacements, involontaires ou non, leur permettant de s'installer dans de nouveaux **biotopes** favorables :

- pour les plantes : **dissémination** des graines par le vent, l'eau et les animaux ;
- pour les animaux : recherche de proies, lieux de reproduction, etc. ;
- pour toutes les espèces : déplacements naturels provoqués (par exemple en conséquence à des bouleversements climatiques et géologiques) et plus récemment, colonisations humaines emportant avec elles les espèces utilitaires et les commensaux.

L'accélération des flux d'échanges à l'échelle de la planète (marchandises, tourisme, flux migratoires forcés, etc.) a renforcé d'autant les introductions de nouvelles espèces, volontaires (à des fins utilitaires, commerciales ou d'ornement) ou fortuites, par voie terrestre (route, ferroviaire), fluviale, aérienne ou maritime.

Ainsi, les invasions biologiques sont intimement liées aux activités humaines et à leur croissance planétaire (PERRINGS *et al.*, 2005). Une meilleure connaissance des vecteurs d'introduction de toutes ces espèces pourrait sans aucun doute permettre d'éviter à l'avenir certaines invasions et d'améliorer la gestion d'espèces déjà largement présentes sur de vastes territoires.



Diverses espèces végétales ont été introduites en France pour leurs qualités mellifères, comme les Solidages (*Solidago spp.*) ou comme ci-dessus, le Buddléia du Père David (*Buddleja davidii*), l'« arbre à papillons ».

Les voies d'introduction volontaires

Il s'agit d'introduction d'espèces exotiques destinées à être installées dans des sites particuliers et dans des objectifs très divers. Suite à une introduction volontaire souvent localisée, il est possible que ces espèces accèdent ensuite au milieu naturel de manière accidentelle (relâchés intentionnels, échappements ou évasions, etc.).

L'exploitation commerciale

De nombreuses espèces utilisées pour l'ornementation et commercialisées par les jardinerie ou les animaleries peuvent ainsi se retrouver dans le milieu naturel suite à un lâcher ou à la **dispersion** des individus (graines, boutures, individus échappés, etc.). D'autre part, l'engouement pour l'aquariophilie et le développement de plans d'eau esthétiques ou récréatifs sont relativement récents et en pleine expansion. Les espèces animales exotiques proposées, souvent plus colorées et attrayantes, sont très prisées par le public.



Le Robinier faux-acacia est une espèce exotique qui a été introduite pour les propriétés imputrescible de son bois, très appréciées en foresterie.

Enfin des libérations d'animaux exotiques d'élevage comme le Vison d'Amérique ont parfois été réalisées par des éleveurs qui cessaient leur activité. De nombreuses espèces aquatiques ont ainsi accédé au milieu naturel, telles que le Myriophylle du Brésil (*Myriophyllum aquaticum*) ou les jussies (*Ludwigia spp.*), qui ont été commercialisées pour l'ornementation de bassins extérieurs. Ce même objectif a également entraîné l'introduction de plusieurs espèces d'oiseaux (Bernache du Canada, Oulette d'Égypte, etc.) ou de poissons (Carassin doré).

La vente de nouveaux animaux de compagnie, comme le Tamia de Sibérie (*Tamias sibiricus*) en animalerie est également une source potentielle d'introduction. De nombreuses tortues de Floride (*Trachemys scripta elegans*) ont été ainsi relâchées dans les milieux aquatiques, lorsque la taille atteinte par les animaux rendait leur entretien plus difficile (taille et agressivité des individus) et plus coûteux.

D'autres espèces exotiques sont très appréciées en foresterie, citons par exemple le Robinier faux acacia (*Robinia pseudoacacia*) pour les propriétés imputrescibles de son bois.

La restauration écologique

Des végétaux ont été originellement introduits en Europe et en métropole afin de protéger les sols, les dunes et les berges contre l'érosion par exemple. Il s'agit du Sénéçon en arbre (*Baccharis halimifolia*) ou de la Griffes de sorcière (*Carpobrotus edulis*). Après avoir été largement utilisées à cette fin, ces espèces sont aujourd'hui reconnues comme envahissantes dans les milieux littoraux (LEVY et al., 2015).

La lutte biologique

Certaines espèces exotiques ont été introduites afin de lutter biologiquement contre une espèce indigène. C'est par exemple le cas des coccinelles asiatiques, commercialisées comme moyen de lutte contre les pucerons, qui sont devenues envahissantes dans les territoires où elles ont été introduites.

Le risque de développement d'un caractère envahissant de ces espèces amène aujourd'hui les chercheurs scientifiques dans ce domaine à être extrêmement prudents quant à l'introduction d'agents de lutte biologique pour limiter le développement d'une **espèce exotique envahissante**. Cette nouvelle introduction pourrait en effet s'avérer plus néfaste que bénéfique pour les espèces indigènes (cf. chapitre page 88).

L'élevage et l'aquaculture

L'élevage peut être à l'origine d'introductions accidentelles ou volontaires. Au début du XX^e siècle, de nombreux mammifères ont été importés en Europe pour la pelleterie : le Ragondin (*Myocastor coypus*), le Rat musqué (*Ondatra zibethicus*) ou encore le Vison d'Amérique (*Neovison vison*) ont ainsi été exploités pour leur fourrure (SARAT et al. 2010). Faute de conditions de détention suffisamment strictes dans la première moitié du XX^e siècle et suite à la perte de vitesse de cette activité dans les années 1960, des animaux ont pu s'échapper et fonder des **populations** en nature. L'Écrevisse de Louisiane (*Procambarus clarkii*) a été introduite en France dans des élevages commerciaux afin de satisfaire les besoins gastronomiques qui ne pouvaient plus être assurés par les écrevisses indigènes. Elle s'est cependant très largement dispersée en métropole par la suite.



Les élevages de Vison d'Amérique encore en activité sont également des sources d'animaux évadés et font même l'objet d'actes de vandalisme destinés à laisser échapper les populations en élevage.

La chasse et la pêche

D'une part, ces deux activités ont entraîné l'introduction de nombreuses espèces de poissons, comme le Black-bass (*Micropterus salmoides*) ou le Silure glane (*Silurus glanis*) pour la pêche, et de mammifères tels que le Cerf sika (*Cervus nippon*) pour la chasse (SARAT et al., 2012).

D'autre part, les actions de repeuplement pour la pêche de loisir (alevinage) recourant à des poissons provenant d'étangs d'élevage, peuvent conduire à des introductions accidentelles d'espèces non souhaitées, comme cela a sans doute été le cas pour le Goujon asiatique (*Pseudorasbora parva*) (PASCAL et al., 2006).

L'évasion d'enclos ou de jardins

La détention d'espèces animales ou végétales dans des zoos, aquariums, jardins botaniques ou de particuliers est une source d'introduction indirecte. Les animaux peuvent en effet s'échapper ou être relâchés. Diverses espèces ont été introduites ainsi, comme le Wallaby de Bennett (*Macropus rufogriseus*), le Muntjac de Reeves (*Muntiacus reevesi*), le Raton laveur (*Procyon lotor*), l'Ibis sacré (*Threskiornis aethiopicus*).

Depuis la parution de la loi n° 2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages, la détention de plusieurs espèces exotiques est soumise à déclaration auprès de la préfecture voire interdite, afin de limiter le risque d'introduction involontaire dans le milieu naturel (cf. encadré).

Les voies d'introduction accidentelles

Si certaines espèces sont commercialisées et transportées entre les continents de manière volontaire, d'autres sont susceptibles de voyager de manière discrète et, pour franchir les barrières géographiques, profitent de la mondialisation, de l'augmentation des échanges qui en a résulté et de l'insuffisance des contrôles aux frontières.

Le transport de marchandises

Le trafic maritime mondial permet aux organismes fixés sur les coques des navires ou contenus dans leurs eaux de ballast de gagner de nouvelles contrées, et si le nouvel environnement leur est favorable, de s'y implanter.

Les animaux et végétaux fixés sur les coques des bateaux constituent ce que l'on appelle le *fouling* ; ils peuvent être accompagnés d'espèces mobiles. Généralement, ces espèces qui ont résisté aux différentes conditions climatiques rencontrées lors de leur voyage, possèdent une très forte potentialité d'adaptation. Leur première implantation a souvent lieu dans les ports, avec le détachement de quelques individus par frottement lors des manœuvres ou lors du nettoyage de la coque. Les navires sont également les vecteurs d'introductions indirectes à partir de conteneurs qu'ils transportent et qui peuvent abriter des espèces terrestres, passagers clandestins à l'intérieur, pouvant être emportés sur de longues distances par voie routière après déchargement portuaire.



Les renouées asiatiques peuvent être aisément dispersées sur de longues distances par le transfert de terres comportant des rhizomes ou des fragments de plantes.

Pour contrôler leur stabilité et leur assiette, les navires utilisent des citernes appelées ballasts. Lors du chargement ou du déchargement de la cargaison ou pour compenser la consommation du carburant, les ballasts sont remplis ou vidés d'eau de mer. De nombreux organismes (à différents stades de vie) peuvent ainsi être transportés dans les eaux de ballast : plancton, œufs et larves divers, crustacés, mollusques, poissons, etc. Lors des opérations de déballastage, ils sont rejetés et certains d'entre eux trouvent des conditions favorables à leur implantation dans ce nouvel environnement.

Les transports maritimes intercontinentaux ne sont pas seuls responsables des introductions d'espèces en milieux marins, l'aquaculture y a également contribué de manière notable (GARCIA-BERTHON *et al.*, 2015). Il existe par ailleurs des disparités planétaires importantes, comme par exemple les flux d'introduction facilités en Méditerranée orientale depuis la création du canal de Suez (NUNES *et al.*, 2014).

En ce qui concerne les introductions dans les milieux aquatiques continentaux, les réseaux de canaux intracontinentaux en Europe et en Amérique du Nord y jouent de grands rôles, en particulier pour la faune : les exemples d'arrivées d'espèces d'invertébrés et de poissons en métropole provenant de l'Europe de l'Est par le réseau reliant les bassins versants du Danube et du Rhin sont maintenant bien connus.

Des efforts de coordination internationale sont mis en œuvre depuis de nombreuses années pour tenter de réguler et de contrôler ces transports d'espèces exotiques envahissantes et la convention de l'Organisation Maritime Internationale sur le contrôle et la gestion des eaux de ballast et de sédiments des Navires est entrée en vigueur le 8 septembre 2017.

Le transport de terre et de matériel

Lors des travaux de terrassement, il est fréquent d'avoir des transports de déblais/remblais qui déplacent des volumes de terre parfois importants. Ces transferts peuvent représenter un risque d'introduction si la terre transportée contient des **propagules** d'une **espèce exotique envahissante** (graines, **rhizomes**, boutures, etc.). Ce risque est particulièrement préoccupant dans le cas des renouées asiatiques, dont les capacités de reprise à partir des **rhizomes**, y compris de petits fragments, sont très fortes : une partie de leur **dispersion** en métropole semble effectivement liée à ces transferts. Les terres utilisées lors de remblais ne peuvent cependant pas être certifiées exemptes d'espèces exotiques envahissantes, car aucun suivi ou traitement de ces terres ne sont actuellement mis en place.

Par ailleurs, le matériel utilisé sur un chantier peut être une source d'introduction d'espèces exotiques envahissantes par l'intermédiaire des outils, de l'équipement ou des engins utilisés sur le site. En effet, les engins – en particulier avec des chenilles – peuvent transporter des **diaspores** d'un chantier à un autre, favorisant ainsi la **dispersion** de l'espèce. De même, l'équipement personnel peut être un vecteur de transmission de pathogènes, comme la peste de l'écrevisse.

Ces risques de transports involontaires concernent tous les usagers des milieux aquatiques, gestionnaires, intervenants divers, mais aussi pêcheurs, chasseurs, plaisanciers, etc. Afin d'éviter ces transferts, il est conseillé de nettoyer les engins et le matériel utilisés avant de quitter un site colonisé (cf. *fiches techniques pages 140 et 142*).

Le transport de propagules par la faune

La faune est un autre vecteur d'introduction et/ou de propagation d'espèces exotiques envahissantes. L'avifaune, en particulier, est susceptible de transporter des **propagules** d'un milieu à un autre. Cela a notamment été constaté dans des milieux peu accessibles à l'homme et déconnectés du réseau hydrographique où des individus d'espèces invasives (jussies) ont été observés (J. HAURY, com. pers.).

La réglementation pour limiter les introductions

L'objectif 2 de la stratégie nationale relative aux espèces

exotiques envahissantes vise à « *surveiller les espèces exotiques envahissantes et leurs voies d'introduction et de propagation* » (MULLER, 2017). Parmi les 3 actions identifiées pour cet objectif, l'une prévoit l'élaboration d'un plan d'action relatif aux voies d'introduction et de propagation, avec notamment leur identification et hiérarchisation, conformément aux demandes du règlement européen. Pour cela, une étude a été réalisée par l'AFB au cours de l'année 2018. Ce travail et ceux qui en découleront permettront une meilleure prise en compte des voies et des vecteurs d'introduction, afin d'éviter l'arrivée de nouvelles espèces exotiques envahissantes.

► La surveillance des voies d'introduction : exemple de contrôles réalisés par l'ONCFS dans le département des Deux-Sèvres

De nombreuses espèces animales ont été introduites dans les milieux naturels en s'échappant d'élevages ou de centres de détentions (Vison d'Amérique, Raton laveur, etc.). À partir de ce constat, le service départemental des Deux-Sèvres de l'ONCFS a mené une réflexion en 2010 afin d'éviter cette situation. Pour cela, une action coordonnée, en accord avec le Préfet et la Procureure de la République des Deux-Sèvres sur les espèces d'animaux exotiques envahissants présents a été réalisée. Cette action, pilotée par le Service Départemental s'est ensuite organisée autour de deux axes :

- **La localisation des individus en liberté** : en s'appuyant sur les enquêtes menées par l'ONCFS, les animaux exotiques sont recensés et détruits en fonction des situations et des espèces (Érismature rousse, par exemple). Si les oiseaux sont identifiés, leurs propriétaires peuvent être recherchés afin de déterminer leur responsabilité dans la fuite de

l'individu. À ce jour, aucun cas n'a été signalé dans les Deux-Sèvres.

- **Le contrôle des établissements détenant des espèces exotiques envahissantes** : ces contrôles ont pour objectif de vérifier le respect de la réglementation en vigueur concernant ces détentions (autorisations préfectorales de détentions, certificats de capacité, identification des animaux, etc.). En cas de manquement, des procès-verbaux et des rapports aux manquements administratifs sont réalisés. De nouveaux contrôles des suivis des régularisations sont alors organisés.

En parallèle, le service départemental met en place un suivi sur la commercialisation des espèces, en particulier sur Internet.

Tableau récapitulatif des principaux vecteurs et voies d'introduction volontaires et accidentelles (SOUBEYRAN, 2008 ; SARAT et al., 2015 a)

Introductions volontaires		Introductions involontaires
Introduction directe dans l'environnement	Évasions après culture ou captivité	
Agriculture	Évasions de jardins botaniques	Frets maritime et aérien
Foresterie	Jardins privés	Eaux de ballast
Horticulture	Jardinerie/animalerie	Fouling (coques de navire)
Élevage d'animaux	Zoos	Engins de transport et de construction
Repeuplement/alevinage	Élevages d'animaux	Transports de terre et de remblais
Lâcher de mammifères	Apiculture	Déblais, remblais routiers
Chasse	Aquaculture	Denrées agricoles
Contrôle biologique	Aquariums	Semences
Amélioration des sols	Nouveaux animaux de compagnie (NAC)	Matériaux de construction
Développement agricole	Centres de recherche	Bois
	Repeuplement/alevinage	Matériaux d'emballage
		Courrier postal
		Déchets
		Canaux (navigation)

Processus d'invasion et analyse de risque

Processus liés à l'invasion

Les processus conduisant à une invasion biologique sont généralement décrits comme une suite d'étapes successives dans lesquelles les actions humaines interviennent *a minima* dans le transport de l'espèce d'une région biogéographique à une autre, mais elles peuvent également jouer divers rôles de facilitation durant les différentes étapes de l'invasion.

L'introduction

La première étape est l'introduction – d'individus viables entiers (végétaux ou animaux) ou de **propagules** d'espèces (par exemple fragments de tige ou graines pour les végétaux, œufs pour les invertébrés ou spores pour les champignons) dans un **biotope** qui peut s'avérer ou non favorable. Volontaire ou non, cette introduction n'est donc pas nécessairement suivie d'une installation et, dans le cas où la nouvelle arrivée ne se maintient pas, aucun impact n'est décelable.

Historiquement, les introductions volontaires ont été de tout temps liées à l'activité humaine d'agriculture et d'élevage, par la sélection et la domestication, pour l'alimentation (par exemple la tomate), des raisons ornementales (les jussies ou les renouées asiatiques), etc. Pour des raisons pratiques, on différencie les espèces d'introduction ancienne comme le châtaignier (introduit en France par les Romains) appelées **archéophytes** (dont la dynamique des **populations** s'est largement adaptée aux conditions locales et ne diffère plus de celle des autochtones) des espèces d'introduction plus récentes (fin du

XV^e siècle – découverte de l'Amérique) appelées **néophytes**, dont une partie pose les problèmes d'invasion biologique actuellement.

L'installation

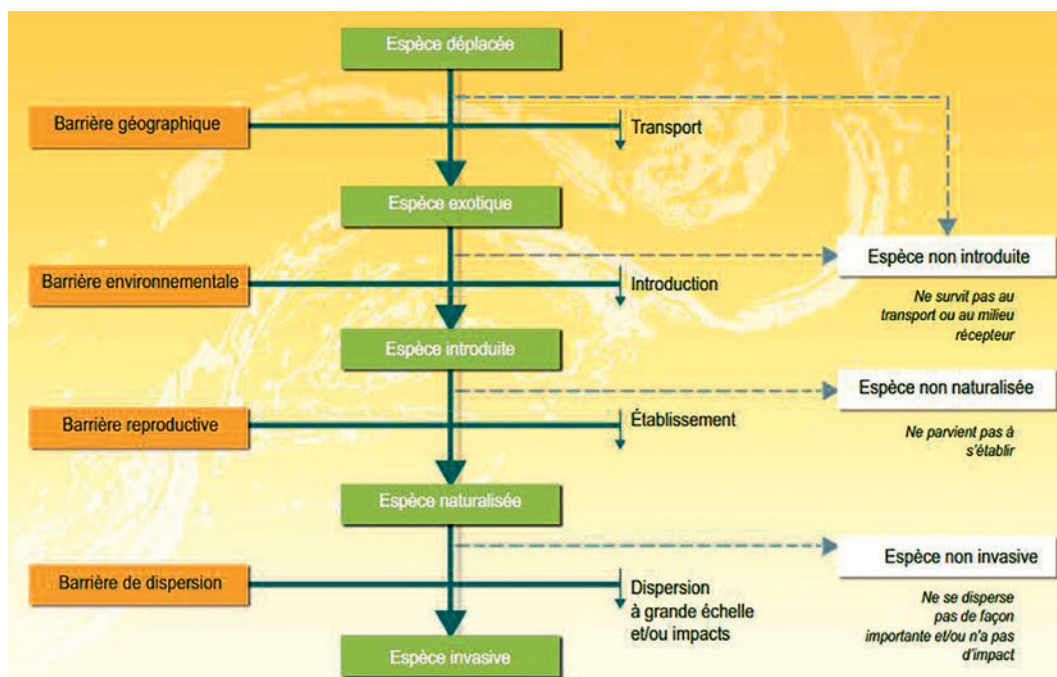
La seconde étape correspond à l'établissement d'une **population** locale viable. Selon ses cycles biologiques de reproduction, sexuée systématiquement pour les animaux, sexuée ou végétative pour les plantes, cette population est capable de se maintenir dans le **biotope** d'accueil, puis éventuellement de s'étendre aux milieux favorables proches.

Faute de prédateurs naturels dans leur milieu d'accueil, les espèces exotiques introduites ont un avantage compétitif sur les espèces indigènes et elles peuvent ensuite profiter de modifications des conditions environnementales notamment des perturbations anthropiques des écosystèmes pour s'implanter (BOLLARD, 2015) ou d'évolutions biologiques qui leur sont propres (mutations, hybridation, etc.).

L'expansion

La troisième étape qui s'accompagne parfois de naturalisation est l'expansion de la **population** initiale avec la colonisation progressive des nouveaux **biotopes**. Elle implique un développement des populations se traduisant à la fois par l'augmentation du nombre d'individus et la possibilité d'une **dissémination** naturelle (expansion) dans de nouveaux **biotopes** favorables ou d'y être amenée (translocation). L'homme est souvent un vecteur (agent de transport) des espèces d'un milieu à l'autre.

Pour devenir envahissante, une espèce exotique doit franchir plusieurs barrières. (Source : SARAT et al, 2015 a)



La phase de latence

La rapidité avec laquelle les différentes barrières seront franchies est très variable en fonction des espèces. Une espèce exotique peut être présente dans le milieu naturel pendant plusieurs dizaines d'années sans être considérée comme envahissante. Par exemple, la Jussie rampante (*Ludwigia peploides*) a été observée en milieu naturel en métropole depuis 1830, mais les difficultés de gestion liées à des proliférations dans certains sites n'ont été réellement signalées qu'à partir des années 1980 (DUTARTRE *et al.*, 2007).

L'invasion proprement dite peut être déclenchée par différentes modifications des conditions environnementales des milieux ou de la biologie de l'espèce (adaptation au milieu d'accueil) ou lorsque la **population** franchit un seuil démographique lui permettant de croître plus rapidement (SOUBEYRAN, 2008).

La prolifération

Enfin, la dernière étape est celle qui peut justifier la gestion de l'espèce. Une forte et rapide évolution démographique dépend du contexte dans lequel les **diaspores** sont arrivées, des caractéristiques des **biotopes** favorables, des caractéristiques biologiques et écologiques de l'espèce invasive mais aussi de la résistance éventuelle des communautés indigènes à l'invasion, par exemple pour la végétation, par la fermeture du tapis végétal, la présence d'une litière relativement épaisse, une forte croissance de ces indigènes, etc.

Une espèce est considérée comme envahissante si elle parvient à se disperser dans l'environnement et présente des impacts négatifs de différentes natures (*cf. définitions page 8*). À propos des plantes, selon la « tens rule » de WILLIAMSON ET FITTER (1996), 10 % des espèces introduites seraient dispersées (volontairement ou non), 10 % des dispersées deviendraient naturalisées et 10 % des naturalisées deviendraient envahissantes. Cette règle n'est pas applicable pour les plantes utilisées en agriculture (WILLIAMSON & FITTER, 1996), ou pour les animaux, notamment les vertébrés (SARAT *et al.*, 2015 a). Dans le cas des espèces aquatiques introduites en Europe (faune et flore), le taux de naturalisation a été estimé à 63 % (GARCIA-BERTHON *et al.*, 2005), mais toutes ces espèces ne deviendront pas envahissantes.



La « tens rule » (WILLIAMSON & FITTER, 1996) selon laquelle seule 1 espèce introduite sur 1 000 deviendrait envahissante ne s'applique pas pour les animaux, notamment les vertébrés, pour lesquels le taux de naturalisation estimé est beaucoup plus important.

Des perturbations favorisant l'invasion

Un écosystème considéré comme « stable » présente des caractéristiques structurales et fonctionnelles n'évoluant pas de façon importante sur une échelle de temps de quelques décennies. Dans ce type d'écosystème, les dynamiques des différentes espèces le composant devraient s'équilibrer entre elles et aucune modification tendancielle significative des caractéristiques des écosystèmes ne devrait être perceptible. C'est un cas qui semble assez théorique car la plupart des écosystèmes sont soumis à des perturbations de nature variable, physique (changement global dont le changement climatique) ou chimique, comme par exemple l'enrichissement en nutriments provenant des activités humaines (**eutrophisation**). Les espèces exotiques envahissantes semblent plus fréquentes dans les milieux où les perturbations créent des évolutions soudaines des écosystèmes.

WILLIAMSON (1996) a établi que tous les milieux sont susceptibles d'être colonisés par des espèces exotiques. Certaines communautés le sont cependant plus facilement que d'autres à cause de leur fragilité, en fonction des types de perturbations auxquelles elles sont soumises. De plus, les écosystèmes comportant des niches écologiques vacantes ou un faible nombre d'espèces seraient susceptibles d'être plus sensibles aux invasions biologiques (WILLIAMSON, 1996).

Les perturbations d'origine naturelle

Les crues peuvent être un facteur favorisant la **dispersion** d'espèces exotiques envahissantes, particulièrement pour les plantes, en contribuant à la création de **propagules** (arrachages ou fragmentation de plantes par exemple) et en les transportant quelquefois sur de longues distances. Elles sont également un facteur de rajeunissement des systèmes riverains facilitant l'implantation des espèces exotiques envahissantes dans les niches nouvellement créées et enrichies en matières nutritives charriées par le cours d'eau.

Les perturbations d'origine humaine

Les activités humaines induisant des perturbations dans les écosystèmes sont très diverses : piétinement (rudéralisation), création de sentiers, de routes et d'aménagements divers, entretien de la végétation des berges de cours d'eau et de zones humides, travaux divers (déblais/remblais), modification de l'utilisation des sols, etc. sont autant d'actions susceptibles de perturber les milieux et de diminuer les capacités de résistance et de **résilience** des communautés vivantes présentes et, par là même des écosystèmes (WILLIAMSON, 1996).

D'une part, l'anthropisation des milieux semble être un facteur favorable à l'introduction d'espèces exotiques pouvant par la suite se révéler envahissantes (*cf. encadré*). De plus, il a été constaté par divers scientifiques que le développement des premières espèces exotiques devenant envahissantes pouvait faciliter l'installation de nouvelles exotiques. Il y aurait donc un risque cumulatif d'invasions induit par les perturbations provoquées par les premières d'entre elles. Ceci plaide pour une gestion précoce des invasions afin d'éviter un tel effet cumulatif.

D'autre part, l'**eutrophisation** des milieux, conséquence de certaines activités humaines, facilite le développement d'espèces aquatiques telles que les macrophytes ou certaines algues benthiques ou planctoniques. L'**eutrophisation** peut également être localement provoquée par les déjections de populations denses d'espèces animales, comme cela a été observé avec des oiseaux au comportement grégaire tels que la Bernache du Canada dans des plans d'eau de dimensions réduites (ALLAN *et al.*, 1995).



La concentration d'un grand nombre d'oiseaux exotiques sur un plan d'eau (ici des bernaches du Canada) peut entraîner une eutrophisation importante du milieu.

Le changement climatique

Les espèces exotiques envahissantes seraient plus ou moins impliquées dans près de la moitié des extinctions d'espèces connues à ce jour (OLSON & ROY, 2003). Elles sont ainsi reconnues comme l'une des cinq causes principales d'érosion de la biodiversité, avec la dégradation et la fragmentation des habitats ou encore le changement climatique, une part importante des changements globaux (GUREVITCH & PADILLA, 2004 ; MULLER, 2017). Ces changements sont impliqués eux aussi dans la propagation des espèces exotiques envahissantes (DUTARTRE & SUFFRAN, 2011). En effet, ils sont susceptibles d'induire des modifications des écosystèmes *via* l'augmentation de la température, qui pousseront les espèces à migrer vers de nouvelles zones plus accueillantes (DUTARTRE & SUFFRAN, 2011).

► Analyse des risques d'invasion

Toutes les espèces exotiques ne présentent pas les mêmes risques d'invasion et il est important de mieux connaître quelles sont les particularités principales des espèces invasives pour en tirer des conséquences quant aux difficultés qu'elles peuvent induire.

Les caractéristiques biologiques des espèces invasives

Les espèces exotiques envahissantes possèdent certaines caractéristiques communes (WILLIAMSON, 1996) :

- une exigence faible envers le milieu (ubiquistes) ;
- un développement précoce et rapide vis-à-vis des espèces indigènes, ce qui peut leur permettre d'occuper rapidement les **biotopes** favorables ;
- une **dispersion** efficace, souvent facilitée par les perturbations ;
- des capacités à modifier le milieu.

Pour les végétaux, de nombreuses espèces sont capables de produire des substances allélopathiques (DELBART *et al.*, 2013), substances chimiques qui inhibent la germination ou le développement des autres espèces aux alentours (c'est en particulier le cas pour les renouées asiatiques). Par ailleurs, la plasticité morphologique des espèces invasives est importante et semble un facteur très favorable à la colonisation de différents milieux. C'est tout spécialement le cas des jussies. Diverses recherches visent à évaluer cette plasticité comme un facteur majeur de capacité d'invasion. RICHARDS *et al.* (2006) ont exposé le bien-fondé des hypothèses selon lesquelles l'évolution de la plasticité au cours des invasions confère à l'espèce concernée un avantage direct face à la sélection naturelle.

Toutes ces caractéristiques leur permettent de proliférer et de limiter le développement des espèces indigènes par compétition ou prédation (MULLER, 2017) et elles peuvent participer ainsi directement à la diminution de la richesse spécifique du milieu considéré.

Autres facteurs à prendre en compte

L'issue d'une invasion peut dépendre de la pression exercée par les espèces exotiques sur un milieu donné, ce que l'on peut traduire par la pression de **propagules**. WILLIAMSON (1996) a montré que cette pression jouait un rôle dans le succès de l'établissement d'une espèce exotique : plus le nombre d'individus et d'introductions étant important sur un secteur, plus la probabilité d'installation de l'espèce y est élevée.

Une classification des espèces exotiques introduites selon le niveau de risque

Comme toutes les espèces exotiques introduites ne présentent pas le même niveau de risque, il est possible de les classer pour leur donner un statut en lien avec ce niveau de risque. Pour cela, de nombreuses méthodes ont été élaborées, comme par exemple (d'après SARAT *et al.*, 2015 a) :

- le Weed Risk Assessment (WRA) (PHELOUNG *et al.*, 1999) : ce système australien repose sur 49 questions concernant la biologie, la biogéographie, l'histoire de la colonisation de l'espèce et son écologie. Le score final permet de définir si l'espèce est acceptée pour l'importation, rejetée ou nécessite plus d'informations ;
- la méthode de WEBER & GUT (2004) : conçue pour évaluer le risque de prolifération des végétaux introduits en Europe, elle comporte 12 questions permettant de classer les espèces dans 3 catégories de risque, de faible à élevé ;
- l'analyse de risques phytosanitaires (EPPO, 2012) : appliquée par l'Organisation européenne et méditerranéenne de protection des plantes (OEPP), cette méthode permet d'estimer la probabilité d'arrivée d'une espèce sur un territoire donné et d'y entraîner une invasion biologique. Elle identifie également, le cas échéant, les méthodes de lutte les plus appropriées.

Les seules analyses de traits biologiques ne suffisent pas à évaluer les niveaux de risques des espèces examinées. L'estimation globale du risque est en général obtenue en croisant ces analyses avec les données bibliographiques sur les espèces déjà connues pour être



Les renouées asiatiques produisent des substances allélopathiques qui leur permettent d'inhiber le développement de la flore indigène.

proliférantes dans leur aire d'origine ou bien invasives dans d'autres territoires biogéographiques similaires. Il reste cependant difficile de prévoir le réel caractère invasif d'une espèce en milieu naturel sur de nouveaux territoires et toute extrapolation doit être considérée avec prudence et faire l'objet de réévaluation régulière.

La plupart des méthodes d'analyse de risque proposent une classification des espèces en 3 catégories correspondant à des niveaux de risque : les invasives avérées, potentielles et à surveiller. Cette classification a pour principaux objectifs de faciliter les échanges entre parties prenantes de la gestion des espèces exotiques envahissantes (politique publique, gestion, recherche, etc.)

et l'élaboration de stratégies de gestion par espèce à diverses échelles géographiques et administratives.

- Les **espèces invasives avérées** sont des plantes qui posent des difficultés reconnues et évaluées dans le territoire considéré. L'essentiel des interventions de gestion concerne ce groupe d'espèces.
- Les **espèces invasives potentielles** ne présentent pas, au moment de l'évaluation, de caractère invasif avéré dans le territoire considéré mais dans des territoires voisins ou des territoires éloignés présentant les mêmes caractéristiques biogéographiques, ce qui peut laisser augurer le développement de proliférations dans un futur proche. La présence d'invasives potentielles sur le territoire considéré justifie une vigilance spécifique et peut nécessiter des actions préventives.
- Les **espèces à surveiller** ne présentent au moment de l'évaluation pas de caractère invasif dans les milieux naturels ou semi-naturels du territoire considéré. Toutefois, les risques d'invasion dans ces milieux d'accueil ne peuvent être totalement écartés, compte tenu notamment du caractère invasif de ces espèces dans d'autres régions du monde. Leur présence sur le territoire considéré nécessite également une surveillance particulière.

Rappelons que tout système d'évaluation de risque est une décision humaine prise en fonction d'informations disponibles pour une ou des situations environnementales particulières et ne peut s'appuyer sur une quelconque exhaustivité des connaissances. Le statut donné à une espèce est donc directement fonction du contexte dans lequel il a été conçu et il doit être considéré comme une information utilisable mais nécessitant de nouvelles évaluations au fil du temps, tenant compte de l'évolution permanente des connaissances.

Des espèces exotiques envahissantes dans les friches urbaines

Des friches apparaissent à la suite d'étalements urbains et de l'abandon d'espaces agricoles, ou parce que des sites industriels sont progressivement abandonnés. Ces sites sont des espaces temporairement inutilisés, en attente de nouveaux usages ou d'urbanisation, susceptibles d'accueillir une importante biodiversité indigène, mais également des espèces exotiques, dont certaines deviennent envahissantes.

Le projet de recherche « Délaissés urbains et espèces envahissantes » (DUE) a été mené sur 176 friches urbaines d'au moins 400 m², peu gérées et colonisées par des herbes et arbustes dans les villes de Tours et de Blois. Ce travail réalisé entre 2012 et 2015 avait pour objectif d'étudier la contribution des délaissés urbains à la trame verte et bleue et leur rôle dans le déplacement des plantes en ville (DI PIETRO & BRUN, 2015). Divers transects et relevés floristiques ont été effectués pour étudier les communautés végétales de ces friches. Globalement peu d'espèces invasives ont été observées (20 %), avec de faibles taux d'abondance par rapport à la flore régionale. Ce résultat contredit ceux trouvés par d'autres études réalisées dans de grandes villes européennes. Cette étude a cependant démontré une corrélation positive du

gradient d'urbanisation (bâti haut et population plus dense) sur la proportion d'espèces exotiques envahissantes dans les friches.



Les friches urbaines sont des sites susceptibles d'accueillir des espèces exotiques potentiellement envahissantes, comme sur cette photo où la friche est colonisée par du Buddléia du Père David (*Buddleja davidii*).

Les impacts des espèces exotiques envahissantes



Le Ragondin (*Myocastor coypus*) est une espèce originaire d'Amérique centrale qui peut avoir des impacts à la fois sur les écosystèmes (roselières), sur les activités humaines (dégradation de digues) et la santé humaine (leptospirose).

Les espèces exotiques envahissantes contribuent à la modification de la structure du paysage et du fonctionnement des écosystèmes. Les impacts peuvent être observés sur les écosystèmes, les activités humaines et la santé publique. S'il est peu fréquent qu'une espèce présente des impacts sur ces trois volets, cela n'est pas non plus impossible, comme le montre l'exemple du Ragondin. Ce rongeur originaire d'Amérique centrale présente en effet des impacts sur les roselières, détériore les digues en y creusant des terriers et est un vecteur de la leptospirose. (SARAT *et al.*, 2012)

Les impacts sur les écosystèmes

La colonisation rapide d'un milieu par des espèces exotiques envahissantes peut, elle aussi, être assimilée à une perturbation de l'écosystème, ayant des conséquences sur ses autres composantes (état écologique des cours d'eau, structure des écosystèmes).

Les impacts sur le milieu physique

La prolifération d'espèces végétales aquatiques invasives peut entraîner plusieurs impacts : une atténuation de la lumière, une aggravation possible des inondations avec un frein au libre écoulement des eaux, une accélération du comblement compte tenu du volume occupé dans le lit des cours d'eau.

Pour les plantes des berges, les espèces exotiques envahissantes entrent en compétition et s'opposent au rôle bénéfique des

ligneux et des **herbacés** pour les berges. Elles réduisent ainsi la diversité physique et biologique des milieux.

Le piétinement d'oiseaux en grand nombre comme l'Ouette d'Égypte (*Alopochen aegyptiaca*) ou la Bernache du Canada (*Branta canadensis*) peut également modifier le couvert végétal (ALLAN *et al.*, 1995).

Les impacts sur la qualité de l'eau

La prolifération des espèces aquatiques invasives se traduit par : une modification de température, de pH et de l'oxygène dissous (sursaturation le jour avec photosynthèse, désaturation la nuit avec la respiration de la biomasse végétale), une forte production de matières organiques et un prélèvement excessif de nutriments du fait de la densité des herbiers. Cela conduit à des risques plus ou moins temporaires d'anoxie dans la colonne d'eau ou à proximité du fond, source de **crises dystrophiques** lors de la sénescence des plantes, pouvant libérer du phosphore qui est la cause du développement de cyanobactéries.

Les espèces invasives des berges entraînent des pollutions organiques des eaux et du sol du fait d'une production élevée de biomasse.

Pour les animaux, les mollusques filtreurs, comme la Moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) ou la Corbicule asiatique (*Corbicula fluminea*), peuvent améliorer la clarté de l'eau, mais ont des impacts négatifs sur d'autres compartiments de l'écosystème, tels que l'exclusion compétitive des mollusques aquatiques indigènes, la diminution des biomasses phytoplanctonique et macrobenthique, etc. (BRANCOTTE, 2004 ; NAUDON, 2015). À l'inverse, les **populations** denses d'oiseaux comme celles formées par la Bernache du Canada peuvent entraîner l'**eutrophisation** du milieu aquatique par les déjections laissées par les oies au bord de l'eau.



La Moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) peut avoir des impacts positifs et négatifs sur les écosystèmes : elle peut améliorer la clarté de l'eau, mais concurrencer fortement les mollusques aquatiques indigènes en se fixant sur leur coquille, empêchant alors les échanges avec l'eau.

Les impacts sur la biodiversité

D'une manière générale, la formation de **populations** végétales monospécifiques entraîne une modification des communautés végétales. Cela peut également avoir des répercussions sur la faune (macro-invertébrés, poissons), du fait de la modification des conditions du milieu (lumière, température, oxygène, etc.) et détermine une réduction de la production planctonique pour les espèces aquatiques.

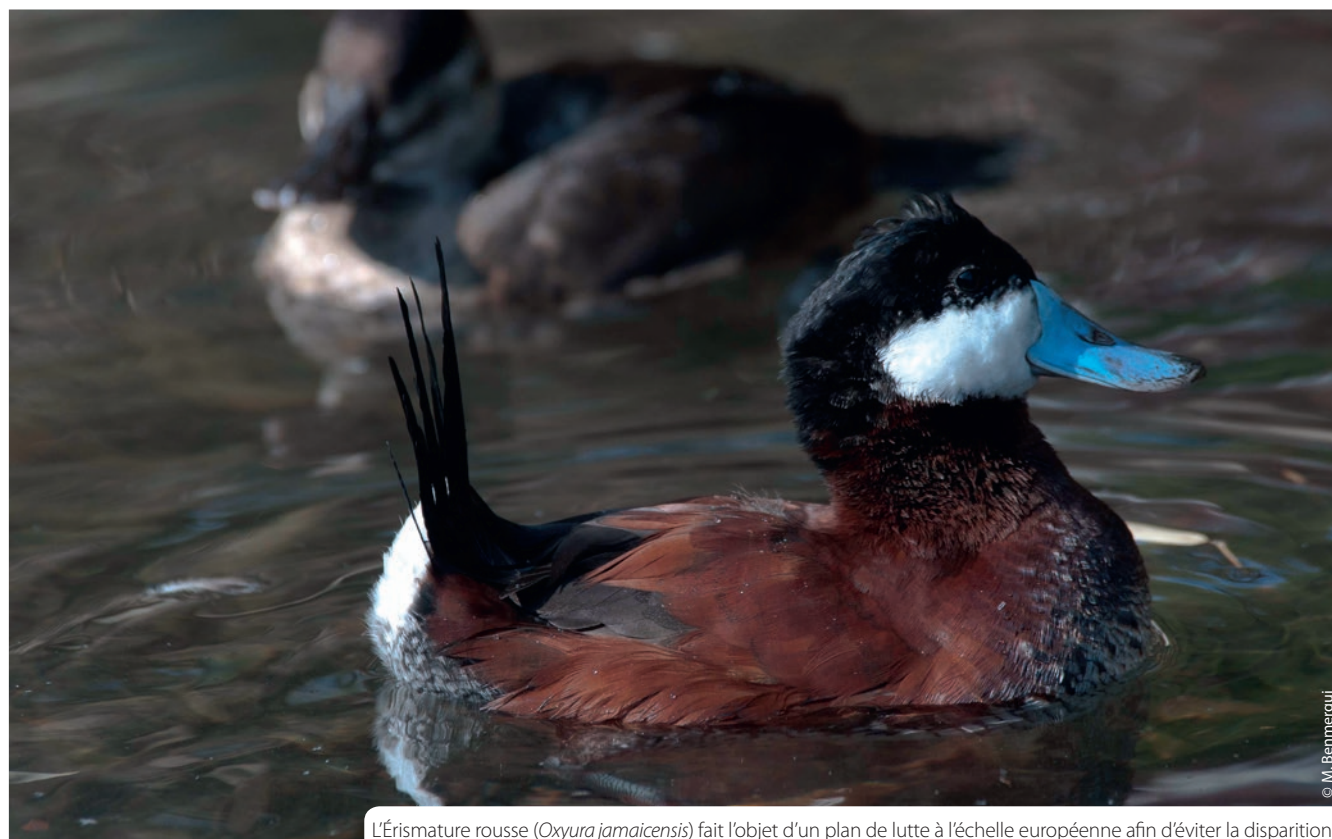
Pour les végétaux terrestres, la sécrétion de substances allélopathiques par certaines espèces exotiques envahissantes, comme les renouées asiatiques (*Reynoutria japonica* par exemple), leur procure un avantage en limitant le développement des autres espèces.

Pour la faune, les impacts sur la biodiversité peuvent être variés :

- La **compétition** (intra et interspécifique) : les animaux exotiques envahissants peuvent avoir un impact sur la diversité des espèces présentes dans un milieu par compétition, notamment pour l'utilisation du milieu. Cela peut se traduire par une concurrence sévère pour l'accomplissement du cycle biologique de l'espèce indigène. Par exemple, certains oiseaux comme le Cygne noir (*Cygnus atratus*) ont un comportement agressif envers les autres espèces, les chassant de leurs zones de nidification. D'autre part, il est suspecté qu'en milieu naturel, les meilleurs sites de bain de soleil sont utilisés par la Tortue de Floride plutôt que par la Cistude d'Europe, lorsque les deux espèces doivent cohabiter (SARAT *et al.*, 2012).

- La **consommation** et la **prédation** : la consommation de plantes et la prédation sur les animaux indigènes par des espèces exotiques envahissantes, peut entraîner une modification dans les communautés composant l'écosystème. Cet effet peut être d'autant plus grand que l'espèce considérée a un régime alimentaire peu spécifique ou opportuniste, comme le Raton laveur (*Procyon lotor*) ou la Grenouille taureau (*Lithobates catesbeianus*) (cf. fiches pages 114 et 134).
- La **pollution génétique** : certaines espèces d'oiseaux ou de mammifères peuvent se reproduire avec d'autres espèces proches mais dont la progéniture sera stérile. C'est le cas par exemple de l'Érismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*), espèce protégée en danger d'extinction, qui peut s'hybrider avec l'Érismature rousse (*Oxyura jamaicensis*), espèce originaire d'Amérique (SARAT *et al.*, 2012). La reproduction avec des espèces exotiques peut également parfois empêcher la formation d'une nouvelle génération (hybrides non viables).

Il est par ailleurs possible que plusieurs espèces exotiques envahissantes forment des complexes qui se favorisent mutuellement, comme cela est observé en Brière avec l'Écrevisse de Louisiane, le Ragondin et les jussies. Ces complexes sont actuellement peu étudiés.



L'Érismature rousse (*Oxyura jamaicensis*) fait l'objet d'un plan de lutte à l'échelle européenne afin d'éviter la disparition de l'Érismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*), en danger d'extinction.

► Peser les impacts positifs et négatifs

Les espèces exotiques envahissantes peuvent présenter des impacts positifs et négatifs. C'est le cas par exemple des mollusques exotiques aquatiques, qui par leur activité de filtration de l'eau peuvent en améliorer la qualité. Cependant, leur forte capacité de colonisation peut entraîner par exemple, l'obstruction des conduits d'eau des centrales nucléaires, comme cela a été observé à Civeaux (86) (NAUDON, 2015).

Afin de prendre en compte ces deux types d'impacts en préalable à une éventuelle intervention de gestion, il sera nécessaire de les quantifier afin de déterminer si la gêne occasionnée est plus importante que les bénéfices observés. Ces données seront à prendre en compte lors de la réalisation de l'état des lieux (cf. chapitre page 54).

► Les impacts sur les activités humaines

Impacts sur les usages

Chez les espèces végétales aquatiques, les herbiers denses limitent les activités liées à l'eau comme les loisirs nautiques, la pêche, la baignade, mais également la navigation. Les espèces invasives proliférant sur les berges réduisent les accès pour les usagers des cours d'eau (chasse, pêche, etc.) et entraînent un risque de dégradation des berges du fait des encombres créés (embâcles végétaux).



L'Ambroisie à feuilles d'armoise (*Ambrosia artemisiifolia*) peut se montrer très concurrentielle dans les cultures de printemps comme le tournesol (exemple ici en Auvergne-Rhône-Alpes). Son pollen très allergisant en fait un enjeu de santé publique.

Les impacts sur les activités économiques

Les gênes concernent la navigation commerciale et les retenues des barrages hydroélectriques. L'irrigation et le captage d'eau peuvent également être perturbés. Ces impacts peuvent avoir des répercussions directes sur les activités économiques, ou indirectes car nécessitant de financer la gestion des espèces pour maintenir l'activité souhaitée. C'est par exemple le cas avec la lutte contre le développement de mollusques aquatiques dans les tuyaux des centrales électriques, qui a coûté plusieurs milliers de dollars aux USA en 1995 (BRANCOTTE, 2004).

En Brenne, la présence d'espèces exotiques comme le Poisson-chat complexifie le tri des poissons lors des pêches d'étangs, ce poisson ayant des épines dorsales piquantes. Il diminue également la biomasse des poissons valorisables commercialement. Plusieurs propriétaires d'étangs ont signalé une présence largement dominante de cette espèce non commerciale dans les étangs colonisés.

Les espèces exotiques envahissantes peuvent aussi être des vecteurs de pathogènes ou de ravageurs qui n'étaient pas présents dans le territoire d'introduction et qui peuvent affecter fortement les espèces indigènes (HULME, 2009), mais aussi les cultures (par exemple l'Ambroisie à feuilles d'armoise, *Ambrosia artemisiifolia*, cf. retour d'expérience page 110).

► Les impacts sur la santé publique et la sécurité

Les impacts sur la santé

Compte tenu des éléments précités dans ce chapitre, les développements d'espèces invasives pourraient faciliter la prolifération des cyanobactéries, avec un fort risque d'apparition de toxines dans l'eau.

Pour les espèces des berges, la toxicité de contact existe pour la Berce du Caucase, dont la sève contient des substances photosensibles pouvant provoquer de graves brûlures lors de l'exposition de la peau au soleil.

Les espèces exotiques envahissantes peuvent être porteuses de plusieurs maladies et représenter un risque pour l'homme, comme la leptospirose (Ragondin) ou la rage (Raton laveur). Pour les plantes, l'Ambroisie à feuille d'armoise a un pollen fortement allergisant, qui est un enjeu de santé publique important dans les zones fortement colonisées par l'espèce.

Les impacts sur la sécurité

Certaines espèces végétales sont vulnérantes, comme le Robinier faux-acacia avec ses grandes épines ou l'Herbe de la Pampa avec ses feuilles très coupantes.

D'autre part, le développement de massifs végétaux denses à proximité des routes ou des infrastructures de transport peut poser des problèmes de sécurité (visibilité), entraînant une nécessité d'intervention qui favorise souvent la propagation de ces espèces (renouées asiatiques par exemple).

Les animaux peuvent également poser des problèmes de sécurité, en particulier ceux qui creusent des terriers ou des galeries dans les berges, comme le Ragondin (*Myocastor coypus*) ou l'Écrevisse de Louisiane (*Procambarus clarkii*), en les fragilisant.



Le Buddléia du Père David (*Buddleja davidii*) est souvent observé près des voies de chemins de fer ou le long des autoroutes. Ces axes favorisent en effet la dispersion des graines le long de ceux-ci, nécessitant un entretien régulier des infrastructures pour maintenir une bonne visibilité.

► L'évaluation des impacts

Les données sur les impacts sont toutefois difficiles à démontrer scientifiquement, faute d'expérimentation et de recherches sur les processus qui y conduisent.

Afin de décrire les impacts d'une espèce exotique envahissante, il est nécessaire de se poser la question de l'échelle d'analyse. Par exemple, en considérant les espèces végétales invasives :

- à l'échelle globale : elles présentent un effet non négligeable sur la biodiversité végétale par une banalisation des tapis végétaux du fait de leur prolifération ;
- à l'échelle du bassin Loire-Bretagne : dans l'état actuel des connaissances, il ne semble pas que ces proliférations aient conduit à des disparitions d'espèces végétales locales, mais plutôt la raréfaction de certaines espèces patrimoniales, comme la Marsilée à quatre feuilles (*Marsilea quadrifolia*) ou la Lindernie couchée (*Lindernia palustris*) ;
- à l'échelle locale : les végétaux ayant une biologie similaire à l'espèce proliférant ou appartenant aux mêmes strates ont tendance à régresser voire disparaître des **biotopes** (HAURY *et al.*, 2010).

Les espèces invasives sont d'autant plus problématiques dans les milieux insulaires, plus susceptibles d'être envahis et plus fragiles face à ces invasions (SOUBEYRAN *et al.*, 2008). Ceci est notamment dû au manque de défenses des espèces autochtones face aux potentiels prédateurs qui arrivent, causé par l'isolement évolutif (SOUBEYRAN, 2008).

► Comment mieux caractériser les impacts ?

Il faut souligner l'importance des données historiques sur les répartitions d'espèces et le fonctionnement des écosystèmes, pour une analyse diachronique des processus en cause dans la colonisation des espèces exotiques envahissantes ainsi que les nuisances induites.

Pour mener des études comparatives, il faut disposer de sites témoins non perturbés, suivis comme les sites envahis. Les protocoles pertinents permettront de mettre en évidence puis quantifier les impacts significatifs.



Sur un étang du département de la Vienne, site classé Natura 2000, une réflexion est en cours afin de diminuer la concurrence exercée par la Jussie à grandes fleurs (*Ludwigia grandiflora*) sur la Marsilée à quatre feuilles (*Marsilea quadrifolia*).

Règlementation européenne et nationale

Ce chapitre présente les principaux éléments de réglementation concernant les espèces exotiques envahissantes du bassin Loire-Bretagne. La liste des arrêtés et articles de loi présentés dans cette partie n'est donc pas exhaustive. Pour plus de détails, il est possible de consulter en ligne la synthèse réglementaire, qui a vocation à être mise régulièrement à jour en fonction de l'évolution des listes d'espèces visées par la réglementation en vigueur. À l'échelle territoriale, de nombreux arrêtés préfectoraux permettent d'encadrer la gestion des espèces exotiques envahissantes. La consultation des arrêtés préfectoraux est donc nécessaire lors de la planification d'une opération de gestion d'une espèce exotique envahissante. Des démarches spécifiques peuvent parfois être nécessaires, comme des demandes d'autorisation de prélèvement, de transport, de détention, etc.

► Cadre international

La Convention internationale pour la protection des végétaux



Convention Internationale pour la Protection des Végétaux

(Rome, 1952) fixe un cadre de coopération sanitaire dont la mission est de protéger les ressources végétales cultivées ou sauvages contre les organismes qui leurs sont nuisibles. Elle vise à « empêcher la propagation et l'introduction d'organismes nuisibles aux végétaux et aux produits végétaux et de promouvoir des mesures adaptées de contrôle » (article 1). Les règles relatives à la quarantaine phytosanitaire ont pour objectif de traiter les problèmes posés par les espèces exotiques envahissantes, mais essentiellement les ennemis des cultures.

La Convention sur les zones humides (Ramsar, 1971) est une convention relative aux zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau, dont le traité international a été adopté le 2 février 1971 pour la conservation et l'utilisation durable des zones humides. La Résolution VIII.18, adoptée en 2002, invite les Parties signataires à prendre des mesures pour identifier, éradiquer et contrôler les espèces exotiques envahissantes, à renforcer les capacités d'identification de ces espèces et à échanger sur les expériences de gestion de ces dernières.



La Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction, CITES



(Washington, 1973) vise à ce que le commerce international d'animaux et de plantes sauvages ne menace pas leur survie. Elle recommande aux Parties signataires d'examiner la problématique des espèces envahissantes et fournit des principes quant à la prévention, l'introduction et la réduction des effets des espèces exotiques.

La Convention sur la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe

(Berne, 1979). Elle définit que « chaque Partie contractante s'engage à contrôler strictement l'introduction des espèces non indigènes ». La Stratégie de l'Union européenne relative aux espèces exotiques envahissantes (cf. ci-après) a été adoptée dans le cadre de la Convention de Berne en 2003.



La Convention sur la diversité biologique

(Rio, 1992) incite chaque signataire à « empêcher d'introduire, contrôler ou éradiquer les espèces exotiques qui menacent des écosystèmes, des habitats ou des espèces. »



L'accord de l'OMC sur l'application des mesures sanitaires et phytosanitaires

(Accord SPS, 1995) cible la dissémination des espèces exotiques envahissantes pouvant porter atteinte à la santé des personnes.



ORGANISATION MONDIALE DU COMMERCE

La conférence des Parties signataires de Nagoya

en 2010 a abouti aux objectifs d'Aichi dont le neuvième notifiant que « d'ici à 2020, les espèces exotiques envahissantes et les voies d'introduction sont identifiées et classées en ordre de priorité, les espèces prioritaires sont contrôlées ou éradiquées et des mesures sont en place pour gérer les voies de pénétration, afin d'empêcher l'introduction et l'établissement de ces espèces ».



► Cadre européen

Une prise de conscience progressive

À l'échelle de l'Union européenne, plusieurs textes ont mentionné dès 1979 les espèces exotiques envahissantes.

La Directive Habitat-Faune-Flore (92/43/CEE, 1992) précise que les États membres « veillent à ce que l'introduction intentionnelle dans la nature d'une espèce non indigène à leur territoire soit réglementée de manière à ne porter aucun préjudice aux habitats naturels dans leur aire de répartition naturelle ni à la faune et à la flore sauvages indigènes. »

La Directive-cadre sur l'eau (2000/60/CE, 2000) identifie, parmi les critères de qualité pour la classification écologique des milieux, la composition et l'abondance de la flore et la faune aquatiques qui peut englober les espèces exotiques envahissantes.

Le règlement européen

Le règlement européen relatif à la prévention et à la gestion de l'introduction et de la propagation des espèces exotiques envahissantes (1143/2014, 2014) fournit un cadre d'action destiné à prévenir, réduire et atténuer les effets négatifs sur la biodiversité de l'introduction et de la propagation d'espèces exotiques envahissantes au sein de l'Union européenne. Il répond aux engagements internationaux et communautaires de l'Union et instaure une gestion harmonisée des espèces invasives à l'échelle de l'Union.

En conséquence, les espèces visées seront interdites d'importation, de transport, de commercialisation, de culture, d'introduction dans l'environnement, etc. et « *les États membres doivent prendre toutes les mesures nécessaires pour prévenir l'introduction ou la propagation non intentionnelle, y compris, le cas échéant, par négligence grave, d'espèces exotiques envahissantes préoccupantes pour l'Union* ». D'autres dimensions que la seule atteinte sur la biodiversité ont par ailleurs été incluses sur la santé et les activités humaines.

La liste des espèces exotiques envahissantes préoccupantes pour l'Europe

La mise en œuvre du Règlement européen s'appuie sur une liste d'espèces préoccupantes pour l'Union européenne, établie en fonction des résultats des analyses de risques réalisées, puis votées par les États membres. Pour figurer sur la liste des espèces préoccupantes pour l'Union européenne, une espèce exotique envahissante doit correspondre aux critères décrits dans l'article 4 du règlement européen. Une première liste fait l'objet d'un règlement d'exécution UE 2016/1141 et est régulièrement mise à jour. Le dernier complément paru à ce jour a été publié le 12 juillet 2017 UE 2017/1263. La liste des espèces exotiques envahissantes préoccupantes pour l'Union européenne comprend actuellement 49 espèces, dont 32 sont présentes sur le bassin Loire-Bretagne.



Pour figurer sur la liste des espèces exotiques envahissantes préoccupantes pour l'Union européenne, l'espèce soumise doit correspondre à des critères décrits par le règlement européen, faire l'objet d'une analyse de risque et être acceptée lors du vote des États membres.

Les restrictions prévues par l'article 7 de ce même règlement, relatives à l'introduction, l'élevage, la culture, le transport et le commerce), s'appliquent à ces espèces, qui ne peuvent notamment pas « *être transportées vers, hors de ou au sein de l'Union, à l'exclusion du transport d'espèces vers des installations dans le cadre de l'éradication* », ce qui correspond de fait aux chantiers de gestion et de destruction des végétaux ou animaux invasifs.

À partir de la liste des espèces exotiques envahissantes préoccupantes pour l'Union européenne, trois types d'intervention sont prévus par le règlement :

- **la prévention** (chapitre III) : les interdictions définies dans l'article 7 sont applicables aux espèces ciblées par le règlement et des plans d'action relatifs aux voies d'introduction sont mis en place ;
- **l'alerte et la réaction rapide** (chapitre IV) : un système de surveillance, de recherche et de suivi est mis en place dans un délai de 18 mois à compter du 14 juillet 2016 (date de parution de la liste), ainsi que le contrôle aux frontières. Dans le cas où une espèce exotique envahissante préoccupante pour l'Union européenne nouvellement arrivée dans un État membre est détectée, des mesures d'éradication précoce sont mises en place (article 17) ;
- **la gestion des espèces exotiques envahissantes déjà installées** (chapitre V) : pour ces espèces, des mesures visant à réduire au maximum les dommages sont mises en œuvre.

► Réglementation nationale

La Loi Grenelle I (Loi n° 2009-967, 2009) précise que « *pour stopper la perte de la biodiversité sauvage et domestique, restaurer et maintenir ses capacités d'évolution, l'État se fixe comme objectif : [...] la mise en œuvre de plans de lutte contre les espèces exotiques envahissantes, terrestres et marines, afin de prévenir leur installation et leur extension et réduire leurs impacts négatifs* » (article 23).

L'arrêté ministériel relatif aux règles de bonnes conditions agricoles et environnementales (BCAE) (arrêté du 13 juillet 2010) identifie une liste de plantes exotiques envahissantes dont l'usage est interdit.

La Stratégie Nationale pour la Biodiversité (2011-2020) précise que « *la définition, la préservation et la remise en bon état de la Trame verte et bleue sont prioritaires, tout en étant vigilant quant à son impact sur les déplacements des espèces exotiques envahissantes et des vecteurs de maladies* » ; et à l'objectif 11 avec la mise en place de « *bonnes pratiques en matière de prévention et de lutte contre les espèces exotiques envahissantes* ».

L'article 57 de la loi n° 2016-41 du 26 janvier 2016 de modernisation de notre système de santé prend en compte les espèces végétales et animales posant des problèmes de santé publique. Il modifie le code de la santé publique dans son titre III avec l'ajout du chapitre VIII intitulé : « *Lutte contre les espèces végétales et animales nuisibles à la santé humaine* ».

La réglementation française relative aux espèces exotiques envahissantes comporte des articles à la fois dans le Code de l'environnement, le Code rural et le Code de la santé publique.

1 La stratégie nationale relative aux espèces exotiques envahissantes

La lutte contre les espèces exotiques envahissantes correspond à un engagement fort du Grenelle de l'environnement (loi n° 2009-967 du 3 août 2009), qui prévoit la mise en œuvre « de plans de lutte contre les espèces exotiques envahissantes, terrestres et marines, afin de prévenir leur installation et leur extension et réduire leurs impacts négatifs ».

En 2009, le ministère en charge de l'Écologie a confié à deux organismes la définition de la stratégie nationale de la gestion des espèces exotiques envahissantes en France : d'une part la Fédération des conservatoires botaniques nationaux (aujourd'hui incluse dans l'AFB) pour les végétaux, et d'autre part le Muséum national d'histoire naturelle (MNHN) pour les espèces animales. Plusieurs actions et études ont été réalisées et ont contribué à la parution d'une stratégie nationale relative aux espèces exotiques envahissantes en 2017. Cette stratégie vise à protéger les écosystèmes marins dulçaquicoles et terrestres, ainsi que les espèces animales et végétales qu'ils hébergent, des risques et effets associés aux espèces exotiques envahissantes. Elle cible les **populations** d'espèces de faune et de flore introduites, ou pouvant l'être, ayant des impacts écologiques, économiques ou sanitaires négatifs potentiels ou avérés. Elle cherche à enrayer les introductions de ces espèces et à limiter les effets de celles déjà présentes.

L'action 1.4 de la stratégie nationale relative aux espèces exotiques envahissantes prévoit de « proposer d'inscrire de nouvelles espèces sur la liste réglementaire européenne ». Si les espèces proposées sont retenues au terme du processus de sélection et de vote, ces espèces feront l'objet d'interdiction d'introduction dans les milieux naturels et/ou de vente, de colportage, etc.



La stratégie nationale relative aux espèces exotiques envahissantes a pour objectif général de renforcer et de structurer l'action collective concernant la prévention et la sensibilisation, la mise en place de dispositifs de surveillance et de réaction rapide, les moyens de gestion sur le long terme et l'amélioration des connaissances.

Le Code rural

Le Code rural (article L.251-1 et suivants) décline les règles sanitaires européennes pour la France (contrôle et quarantaine) et prévoit des actions de surveillance, de détection et de contrôle de la propagation et de l'introduction d'organismes nuisibles, dont les espèces exotiques envahissantes.



La prolifération de l'Ambroisie à feuilles d'Armoise (sur la photo), de l'Ambroisie trifide et de l'Ambroisie à épis lisse est reconnue comme nuisible à la santé par le décret n° 2017-645.

Le Code de la santé

Le décret n° 2017-645 du 26 avril 2017 relatif à la lutte contre l'Ambroisie à feuilles d'armoise (*Ambrosia artemisiifolia*), l'Ambroisie trifide (*A. trifida*) et l'Ambroisie à épis lisses (*A. psilostachya*) a été pris en application de l'article L. 1338-1 du Code de la santé publique. Ce décret fixe une liste d'espèces végétales dont la prolifération est nuisible à la santé humaine et détermine les mesures susceptibles d'être prises aux différentes échelles afin de prévenir leur arrivée ou les gérer.

Il est accompagné d'un arrêté ministériel relatif à la lutte contre les espèces végétales nuisibles à la santé, interdisant l'introduction, le transport, l'utilisation, la mise en vente ou l'achat des 3 espèces d'ambroisie citées précédemment.

Le Code de l'environnement

Les articles L.411-5 et L.411-6 du Code de l'environnement, modifiés par la loi n° 2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages, interdit l'introduction d'espèces non indigènes au territoire d'introduction et non cultivées :

- qu'elle soit volontaire, par négligence ou par imprudence ou susceptible de porter préjudice aux milieux naturels (article L. 411-5.-I) ;
- sur le territoire national, y compris le transit sous surveillance douanière, la détention, le transport, le colportage, l'utilisation, l'échange, la mise en vente, la vente ou l'achat de tout

spécimen vivant de ces espèces lorsque les nécessités de la préservation du patrimoine biologique, des milieux naturels et des usages qui leur sont associés justifient d'éviter la diffusion d'espèces animales ou végétales (article L. 411-6-I).

En cas de non-respect des articles L.411-5 et L.411-6, les sanctions encourues peuvent se monter à 2 ans d'emprisonnement et 150 000 € d'amende (L.415-3).

La liste des espèces ciblées par ces articles est établie par arrêtés interministériels entre le ministère de la transition écologique et solidaire et le ministère de l'agriculture et de l'alimentation. Plusieurs arrêtés parus le 14 février 2018 concernent ainsi des listes d'espèces établies pour la métropole (faune et flore) et les régions ultrapériphériques.

Des dérogations possibles

L'introduction dans le milieu naturel de spécimens d'espèces de niveau 1 (article L. 411-5) peut être autorisée pour des motifs d'intérêt général et après évaluation des conséquences de cette introduction. Pour les espèces de niveau 2 (article L. 411-6), l'introduction, le transport, la détention, l'utilisation et l'échange de spécimens d'espèces ciblées par les arrêtés interministériels peuvent être autorisés (sous réserve que les individus soient conservés et manipulés en détention confinée) pour :

- les établissements menant des travaux de recherche ;
- les établissements exerçant d'autres activités que celles mentionnées dans l'article L. 411-6-I.1 pour des raisons d'intérêt public majeur (dont de nature sociale ou économique) et après autorisation de la Commission européenne.

Un régime de dérogation et d'autorisation est prévu pour les activités de détention, transport, utilisation et d'échange d'espèces interdites d'introduction.

Règlementation spécifique à la faune exotique envahissante

Avant la parution de l'arrêté ministériel du 14 février 2018, il n'existait pas de réglementation spécifique concernant la faune exotique envahissante et un ensemble de textes prenait en compte certaines espèces animales exotiques envahissantes. Plusieurs de ces textes ont été abrogés par l'arrêté ministériel, mais d'autres sont encore en vigueur.

Introduction d'espèces animales dans le milieu naturel

Outre l'arrêté du 14 février 2018 qui précise la liste des espèces animales ciblées par les articles L.411-5 et L.411-6 du code de l'environnement (interdiction d'introduction dans le milieu naturel voire de transport, vente, etc.), l'arrêté du 17 décembre 1985 établit la liste des **poissons, crustacés et amphibiens** représentés dans les eaux visées à l'article 413 du Code rural et précise qu'il est « *interdit d'introduire sans autorisation dans les eaux visées à cet article des poissons, grenouilles et crustacés appartenant à des espèces qui n'y sont pas représentées* ».

L'arrêté du 20 mars 2013, en application de l'article R.432-6 du code de l'environnement établit la liste des espèces de **poissons non représentées** dont l'introduction à d'autres buts que scientifiques peut être autorisée par le préfet dans les plans d'eau déconnectés des eaux courantes. Cet arrêté concerne notamment la carpe Amour blanc (*Ctenopharyngodon idella*), dont l'introduction « *ne peut être autorisée que dans les plans d'eau équipés de dispositifs permanents empêchant la libre circulation du poisson entre ces plans d'eau et les eaux avec lesquelles ils communiquent* ».

L'article R.432-5 du Code de l'environnement établit la liste des espèces de **poissons, de crustacés et de grenouilles susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques** dans les milieux aquatiques et dont l'introduction y est interdite.



L'introduction d'espèces exotiques susceptibles de porter préjudice aux milieux naturels est interdite par l'article L.411-5 du Code de l'environnement.

Les variétés d'animaux domestiques

L'arrêté du 11 août 2006 fixe la liste des espèces, races ou variétés d'animaux domestiques. Cet arrêté considère comme animaux domestiques « les animaux appartenant à des populations animales sélectionnées ou dont les deux parents appartiennent à des populations animales sélectionnées ». Parmi les espèces concernées, certaines espèces exotiques sont citées. La variété argentée du Cygne noir (*Cygnus atratus*) et les variétés blanche et blonde de l'Ouette d'Égypte (*Alopochen aegyptiaca*) sont ainsi considérées comme domestiques.

Conditions de détention d'animaux de certaines espèces non domestiques

Les arrêtés du 10 août 2004, modifiés par l'arrêté du 30 juillet 2010, fixent les règles générales de fonctionnement des installations d'élevage d'agrément d'animaux d'espèces non domestiques, ainsi que les conditions d'autorisation de détention d'animaux de certaines espèces non domestiques dans les établissements d'élevage, de vente, de location, de transit. Ils précisent également les conditions de présentation au public d'animaux d'espèces non domestiques. Ces arrêtés précisent les conditions d'application de l'article L.413 du code de l'environnement.

Cependant, au moment de la rédaction de cet ouvrage, un nouvel arrêté était en cours de signature pour remplacer les arrêtés mentionnés ci-dessus. Cette partie de la réglementation a donc très certainement évolué depuis la publication de ce manuel.

Textes spécifiques à certaines espèces exotiques envahissantes

Jussies

L'arrêté du 2 mai 2007 a été l'un des premiers textes à interdire la commercialisation, l'utilisation et l'introduction dans le milieu naturel d'espèces exotiques envahissantes, les jussies (*Ludwigia grandiflora* et *Ludwigia peploides*). Ce texte a cependant été abrogé par l'arrêté ministériel du 14/2/2018, qui interdit – entre autres – l'introduction dans le milieu naturel, la vente ou le transport de ces espèces végétales.



Les jussies (*Ludwigia grandiflora* et *Ludwigia peploides*) ont été pendant longtemps les seules espèces végétales bénéficiant d'une réglementation interdisant leur commercialisation (depuis 2007).

Frelon à pattes jaunes ou Frelon asiatique

L'arrêté du 26 décembre 2012 classe le Frelon à pattes jaunes (*Vespa velutina*) dans la liste des dangers sanitaires de deuxième catégorie pour l'Abeille domestique (*Apis mellifera*) sur tout le territoire français.



Frelon à pattes jaunes ou Frelon asiatique (*Vespa velutina*).

Liste des espèces végétales ciblées par la réglementation

européenne et nationale : l'introduction (y compris en transit sous surveillance douanière), l'introduction dans le milieu naturel, la détention, le transport (sauf des spécimens collectés vers les sites de destruction), le colportage, l'utilisation, l'échange, la mise en vente ou l'achat sont interdits pour l'ensemble de ces espèces sur tout le territoire métropolitain et en tout temps.

Espèces	Règlement européen	Arrêté ministériel 14/02/2018
Balsamine de l'Himalaya (<i>Impatiens glandulifera</i>)	Oui	Oui
Berce du Caucase (<i>Heracleum mantegazzianum</i>)	Oui	Oui
Élodée de Nuttall (<i>Elodea nuttallii</i>)	Oui	Oui
Éventail de Caroline (<i>Cabomba caroliniana</i>)	Oui	Oui
Grand lagarosiphon (<i>Lagarosiphon major</i>)	Oui	Oui
Hydrocotyle fausse-renoncule (<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>)	Oui	Oui
Jacinthe d'eau (<i>Eichhornia crassipes</i>)	Oui	Oui
Jussie à grande fleur (<i>Ludwegia grandiflora</i>)	Oui	Oui
Jussie rampante (<i>Ludwegia peploides</i>)	Oui	Oui
Lysichite d'Amérique (<i>Lysichiton americanus</i>)	Oui	Oui
Myriophylle du Brésil (<i>Myriophyllum aquaticum</i>)	Oui	Oui
Myriophylle hétérophille (<i>Myriophyllum heterophyllum</i>)	Oui	Oui
Séneçon en arbre (<i>Baccharis halimifolia</i>)	Oui	Oui

**Principaux textes réglementaires relatifs aux mammifères et aux oiseaux exotiques envahissants du bassin Loire-Bretagne
(AM : arrêté ministériel)**

	Espèces	Règlement européen	AM 14/02/2018		CITES UE 1320/2014	Divers
			Interdiction introduction dans le milieu naturel	Autres interdictions (vente, transport, utilisation, etc.)		
Mammifères	Cerf sika (<i>Cervus nippon</i>)		Introduction en enclos possible jusqu'au 31/12/2020			Détention réglementée (L.412 et L.413)
	Chien viverrin (<i>Nyctereutes procyonides</i>)	X	X	X		Détention réglementée (R. 411-39 CE ; AM 14/02/2018)
	Muntjac de Reeves (<i>Muntiacus reevesi</i>)	X	X	X		Détention réglementée (AM 14/02/2018)
	Ragondin (<i>Myocastor coypus</i>)	X	X	X		Détention réglementée (R. 411-39 CE ; AM 14/02/2018), contrôle des populations de ragondins et de rats musqués (AM 6/04/2007), Espèces nuisibles aux végétaux et soumis à lutte obligatoire (AM 31/07/2000)
	Rat musqué (<i>Ondatra zibethicus</i>)	X	X	X		
	Raton laveur (<i>Procyon lotor</i>)	X	X	X		Détention réglementée (R. 411-39 CE)
	Tamias de Sibérie (<i>Tamias sibericus</i>)	X	X	X		Détention réglementée (R. 411-39 CE ; AM 14/02/2018)
	Vison d'Amérique (<i>Neovison vison</i>)		X			Détention réglementée (L.412 et L.413)
	Wallaby de Bennett (<i>Macropus rufogriseus</i>)		X			Détention réglementée (L.412 et L.413)
Oiseaux	Bernache du Canada (<i>Branta canadensis</i>)		X			Détention réglementée (L.412 et L.413)
	Cygne noir (<i>Cygnus atratus</i>)					Variété argentée considérée comme domestique, détention réglementée
	Érismature rousse (<i>Oxyura jamaicensis</i>)	X	X	X	Annexe B	Détention réglementée (R. 411-39 CE ; AM 14/02/2018)
	Ibis sacré (<i>Threskiornis aethiopicus</i>)	X	X	X		Détention réglementée (R. 411-39 CE ; AM 14/02/2018)
	Ouette d'Égypte (<i>Alopochen aegyptiacus</i>)	X	X	X		Variétés blanche et blonde considérées comme domestiques, détention réglementée (R. 411-39 CE ; AM 14/02/2018)
	Perruche à collier (<i>Psittacula krameri</i>)		X			Détention réglementée (L.412 et L.413), les variétés domestiques de la Perruche à collier d'Asie (<i>Psittacula krameri manillensis</i>) sont considérées comme domestiques R. 411-39 CE ; AM 11/08/2006)

Principaux textes réglementaires relatifs aux autres groupes de faune exotique envahissante du bassin Loire-Bretagne (AM : arrêté ministériel)

	Espèces	Règlement européen	AM 14/02/2018		Espèces susceptibles de provoquer des déséquilibres biologiques R.432-5 (CE)	CITES UE 1320/2014	Autres textes
			Interdiction introduction dans le milieu naturel	Autres interdictions (vente, transport, utilisation, etc.)			
Amphibiens & reptiles	Grenouille taureau (<i>Lithobates catesbeianus</i>)	X	X	X	X	Annexe B	Détention réglementée (R. 411-39 CE ; AM 14/02/2018)
	Tortue de Floride (<i>Trachemys scripta</i>)	X	X	X		Annexe B (<i>T. scripta elegans</i> uniquement)	Détention réglementée (R. 411-39 CE ; AM 14/02/2018)
	Xénope lisse (<i>Xenopus laevis</i>)		X		X		Détention réglementée (L.412 et L.413)
Poissons	Goujon asiatique (<i>Pseudorasbora parva</i>)	X	X	X			Détention réglementée (R. 411-39 CE ; AM 14/02/2018)
	Poisson-chat (<i>Ictalurus melas</i>)				X		
	Perche soleil (<i>Lepomis gibbosus</i>)				X		
Crustacés	Crabe chinois (<i>Eriocheir sinensis</i>)	X	X	X	X		Détention réglementée (R. 411-39 CE ; AM 14/02/2018)
	Écrevisse américaine (<i>Orconectes limosus</i>)	X	X	X	X		Détention réglementée (R. 411-39 CE ; AM 14/02/2018)
	Écrevisse de Californie (<i>Pacifastacus leniusculus</i>)	X	X	X	X		Détention réglementée (R. 411-39 CE ; AM 14/02/2018)
	Écrevisse de Louisiane (<i>Procambarus clarkii</i>)	X	X	X	X		Détention réglementée (R. 411-39 CE ; AM 14/02/2018)
Insectes	Frelon asiatique (<i>Vespa velutina</i>)	X	X	X			Danger sanitaire pour les abeilles (AM 22/01/2013) ; détention réglementée (AM 14/02/2018)

Réglementation concernant la gestion de la flore**L'utilisation de produits phytosanitaires**

Les textes de la réglementation concernant la distribution et l'application de produits phytosanitaires figurent au chapitre III titre V du Code rural (L.253-1 à L.253-17). Conformément à ces articles, chaque produit phytosanitaire doit posséder une autorisation de mise sur le marché (AMM) pour être commercialisé, utilisé et détenu par l'utilisateur final en vue de son application. Cette autorisation couvre un ou plusieurs usages, avec la précision des doses associées. Des restrictions d'utilisation en bordure de zones sensibles (par exemple des points d'eau) figurent parfois dans la décision d'autorisation. L'emploi d'un produit sans AMM ou pour un usage non autorisé est interdit. Ces infractions constituent des délits sanctionnés par des peines d'emprisonnement et de fortes amendes.

L'arrêté du 12 septembre 2006 du journal officiel relatif à la mise sur le marché et à l'utilisation des produits visés à l'article L.253-1 du Code rural a été abrogé le 4 mai 2017. Par ailleurs, il n'existe plus de produits phytosanitaires homologués pour les milieux aquatiques depuis 2010.

La gestion des déchets

Les plantes invasives sont considérées comme des biodéchets, tels que définis dans les articles R.543-225 et R.541-8 du Code de l'environnement : « *déchet non dangereux biodégradable de jardin ou de parc, tout déchet non dangereux alimentaire ou de cuisine issu notamment des ménages, des restaurants, des traiteurs ou des magasins de vente au détail, ainsi que tout déchet comparable provenant des établissements de production ou de transformation de denrées alimentaires.* »

Collecte des déchets issus des plantes invasives

L'article L.541-21-1 du Code de l'environnement, créé par la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 (article 204), stipule qu'à compter du 1er janvier 2012, les biodéchets doivent faire l'objet d'une **valorisation biologique** pour en « *permettre la valorisation de la matière de manière à limiter les émissions de gaz à effet de serre et à favoriser le retour au sol.* »

L'article L.2224-13 du Code général des collectivités territoriales, modifié par l'ordonnance n°2010-1579 du 17 décembre 2010 (article 24) indique que la valorisation des déchets verts incombe aux communes ou à leurs groupements. Celles-ci peuvent cependant « *transférer à un établissement public de coopération intercommunale ou à un syndicat mixte soit l'ensemble de la compétence de*

collecte et de traitement des déchets des ménages, soit la partie de cette compétence comprenant le traitement, ainsi que les opérations de transport qui s'y rapportent ».

Gestion et valorisation des déchets issus des plantes invasives

Le stockage : depuis le 1^{er} juillet 2002, les déchets verts ne peuvent être admis dans les décharges (centres d'enfouissements techniques, sites de stockage). En effet, l'article L.541-24 du code de l'environnement précise que ne sont admis en **décharge** que les **déchets ultimes** (donc à l'exclusion des déchets verts), les plantes invasives ne peuvent donc pas être stockées en décharge.

► Qu'est-ce qu'un déchet ultime ?

Il s'agit d'un déchet, résultant ou non du traitement d'un déchet, qui n'est plus susceptible d'être traité dans les conditions techniques et économiques du moment, notamment par extraction de la part valorisable ou par réduction de son caractère polluant ou dangereux.



© S. Varray - FCEN

Depuis 2010, il n'existe plus de produits phytosanitaires homologués pour les milieux aquatiques.

Le compostage : il est possible de confier les déchets verts à des installations de compostage (Nomenclature ICPE 2780). Le compostat peut alors être utilisé comme amendement organique, supports de culture ou engrais avec normes précises. Le compostage peut également être réalisé par des communes ou des particuliers (entre 5 m³ et le seuil ICPE, cette activité est soumise au règlement sanitaire départemental).



L'un des modes de valorisation possible des déchets issus de la gestion des espèces exotiques envahissantes est le compostage (ici, compostage de jussie).

La méthanisation : la valorisation des déchets verts par méthanisation est possible et encadrée par la rubrique ICPE 2781.

L'incinération : les incinérations de déchets verts sont soumises à la rubrique 2771 de la **nomenclature ICPE** (non conseillées du fait du taux d'humidité important). Le **brûlage à l'air libre** est **interdit** par l'article 84 du règlement sanitaire départemental type et la circulaire interministérielle du 18 novembre 2011. Des dérogations peuvent cependant être autorisées, par décision administrative préfectorale, encadrant notamment les périodes et les horaires d'autorisation.

L'épandage sur sols agricoles : la circulaire du 10 janvier 2012 présente les modalités d'application de l'obligation de tri à la source des biodéchets par les gros producteurs en vue de leur valorisation. Les déchets de plantes entrant dans la catégorie de biodéchets, ils sont concernés par cette circulaire, les seules exceptions étant les déchets de taille et d'égavage valorisés par voie énergétique.

Le texte précise qu'un traitement préalable des déchets comme le compostage ou la méthanisation est obligatoire. L'épandage ou l'enfouissement de déchets « frais » (sans traitement préalable) ne sont donc pas autorisés. Un compost ou un digestat peuvent

cependant être épandus ou enfouis directement sur les sols agricoles.

Ces obligations rentrent en vigueur à partir de certains seuils. Depuis le 1^{er} janvier 2016, celui-ci est de 10 tonnes de matière fraîche par an (arrêté du 12 juillet 2011). Pour les collectivités, l'obligation de tri et de valorisation ne porte que sur la quantité de matière dépassant ce seuil.

► Réglementation concernant la gestion de la faune

Les espèces nuisibles et chassables

L'arrêté du 2 septembre 2016 modifie l'arrêté fixant la liste des animaux gibiers chassables. Il retire le Chien viverrin, le Ragondin, le Rat musqué, le Raton laveur et le Vison d'Amérique de cette liste et crée un nouveau statut pour ces espèces, avec la Bernache du Canada, qui sont alors appelées « espèces non indigènes ». Il précise également les modes de gestion possibles pour ces espèces non indigènes, qui peuvent être régulées par la chasse ou faire l'objet de destruction (tir ou piégeage), en précisant les périodes et les modalités (cf. *tableau*).



L'arrêté du 2 septembre 2016 a modifié la liste des animaux chassables et introduit la notion d'animaux « non indigènes », dont le Chien viverrin (*Nyctereutes procyonoides*) fait partie.

Gestion des rongeurs exotiques envahissants

L'arrêté du 6 avril 2007 décrit les mesures relatives au contrôle des populations de ragondins et de rats musqués.

D'autre part, l'arrêté du 31 juillet 2000 établit la liste des organismes nuisibles aux végétaux et produits végétaux soumis à des mesures de lutte obligatoire. Le Ragondin et le Rat musqué sont cités dans l'annexe B qui recense les organismes nuisibles contre lesquels la lutte est obligatoire sous certaines conditions, leur propagation pouvant « présenter un danger soit à certains moments, soit dans un périmètre déterminé, soit sur certains végétaux, produits végétaux et autres objets déterminés ».

Gestion de l'Érismature rousse

L'arrêté du 12 novembre 1996 autorise en tout temps le tir au fusil de l'Érismature rousse par les agents assermentés « visés à l'article L. 211-5 du livre II du Code rural », en lien avec les recommandations de la convention de Berne.



Les rongeurs exotiques envahissants comme le Rat musqué (*Ondatra zibethicus*) font l'objet d'une obligation de lutte sous certaines conditions détaillées dans l'arrêté du 31 juillet 2000.

Liste et modalités de gestion des espèces animales non indigènes classées nuisibles en Métropole (d'après l'arrêté du 2/09/2016)

Espèces	Méthodes	Périodes et modalités
Bernache du Canada (<i>Branta canadensis</i>)	Chasse	Dates d'ouverture et de fermeture de la chasse identiques à celle des autres oies
	Tir	Entre la date de clôture spécifique de la chasse de cette espèce et le 31 mars, peut être détruit à tir sur autorisation individuelle délivrée par le préfet. Le tir dans les nids est interdit
Chien viverrin (<i>Nyctereus procyonides</i>)	Chasse	Aux périodes légales
	Tir	Hors période de chasse, peut être détruit à tir sur autorisation individuelle délivrée par le préfet
	Piégeage	Autorisé toute l'année en tout lieu
Ragondin (<i>Myocastor coypus</i>)	Chasse / Tir	Toute l'année
	Piégeage	En tout lieu, toute l'année
	Déterrés	Avec ou sans chien
Rat musqué (<i>Ondatra zibethicus</i>)	Chasse / Tir	Toute l'année
	Piégeage	En tout lieu, toute l'année
	Déterrés	Avec ou sans chien
Raton laveur (<i>Procyon lotor</i>)	Chasse	Aux périodes légales
	Tir	Hors période de chasse, peut être détruit à tir sur autorisation individuelle délivrée par le préfet
	Piégeage	Autorisé toute l'année en tout lieu
Vison d'Amérique (<i>Neovison vison</i>)	Chasse	Aux périodes légales
	Tir	Hors période de chasse, peut être détruit à tir sur autorisation individuelle délivrée par le préfet, à l'exception de certains départements.
	Piégeage	Autorisé toute l'année en tout lieu. Dans certains départements, les pièges doivent être équipés de système d'échappement des femelles Vison d'Europe

Élaboration de listes d'espèces exotiques envahissantes

► Catégoriser les espèces exotiques envahissantes pour identifier des priorités de gestion

L'Europe dénombre près de 1100 espèces exotiques, dont 10 à 15 % ont des impacts négatifs (programme DAISIE, dont les résultats sont désormais anciens). Ce nombre étant en augmentation continue et les moyens mobilisables limités (tant financiers qu'humains), des choix de gestion doivent être faits afin de mettre en œuvre la gestion la plus efficace possible. La hiérarchisation des espèces est donc une étape incontournable, qui fait partie des stratégies développées aux différents échelons territoriaux depuis l'Europe jusqu'aux régions, voire départements.

Hiérarchiser les espèces au niveau régional

Les listes régionales sont des témoins localisés et hiérarchisés des problèmes causés par les espèces invasives. Elles peuvent être de deux types :

- celles établies par les groupes territoriaux ayant sélectionné les espèces problématiques sur leur région (flore et/ou faune) ;
- celles établies sous l'égide ou avec une forte participation des CBN, qui comportent souvent un grand nombre d'espèces végétales (entre 100 et 150 en général) (MAGNANON *et al.*, 2007 ; LACROIX *et al.*, 2008 ; DESMOULINS & EMEREAU, 2017).

L'importance des impacts observés pour une espèce donnée sur un territoire entraîne un classement potentiellement différent en fonction des secteurs considérés. Ces listes sont nécessaires afin d'orienter les actions mises en œuvre au niveau local.

Catégoriser les espèces invasives à l'échelle du bassin

À l'échelle du bassin Loire-Bretagne, une première liste de plantes exotiques envahissantes avait été définie en 2002 puis réactualisée en 2008 (FCEN, 2008). Elle ciblait un certain nombre d'espèces mobilisant un grand nombre d'acteurs sur lesquelles des informations et **retours d'expériences** étaient nécessaires. Sur le volet faune, un travail de hiérarchisation d'une quinzaine d'espèces de vertébrés exotiques envahissants (hors poissons) du bassin de la Loire a été réalisé par l'ONCFS en 2012 (SARAT, 2012).



La **stratégie de gestion** des espèces exotiques envahissantes du bassin Loire-Bretagne (2014-2020) (HUDIN *et al.*, 2014) prévoyait la formalisation d'une méthode pour établir des listes d'espèces exotiques envahissantes du bassin hiérarchisées, ainsi que leurs

mis à jour régulières (action 1.4 du programme d'actions associé à la stratégie). Ce travail a été réalisé avec l'appui du groupe de travail sur les espèces exotiques envahissantes du bassin Loire-Bretagne et a abouti à la rédaction d'une méthode de catégorisation et d'une liste catégorisée des espèces exotiques envahissantes du bassin Loire-Bretagne.

► Objectifs de la catégorisation

La problématique des espèces exotiques envahissantes fait partie depuis une quinzaine d'années des préoccupations des gestionnaires, mais reste un enjeu encore souvent considéré à la seule échelle du site. Disposer d'une liste rassemblant les espèces principales a pour but de contextualiser un travail coordonné pour le bassin versant, avec une approche « hydrosystème » novatrice. Les milieux aquatiques étant en effet particulièrement touchés par cette thématique (LEFEUVRE, 2013). Le bassin versant de la Loire, fleuve majeur métropolitain, est une échelle de travail intéressante pour optimiser les moyens mis en œuvre. Classer les espèces végétales et animales avec la même méthode permet de donner plus de lisibilité aux différentes catégories tout en proposant une base de réflexion avec des objectifs de gestion qui soient comparables et cohérents entre les groupes d'espèces.

► Les principales méthodes actuellement utilisées pour hiérarchiser les espèces

Plusieurs méthodes de hiérarchisation des risques sont actuellement largement utilisées pour la hiérarchisation des espèces invasives, reposant sur divers critères de cotation.

European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO, 2012)

Cette méthode repose sur un arbre de décision prenant en compte le risque d'établissement d'une espèce et le croisement du potentiel de **dispersion** et du niveau d'impact de l'espèce considérée. Son application aboutit à un classement des espèces en trois listes (listes d'intérêt moindre, d'observation et d'espèces invasives).

Weber & Gutt (2004)

Un ensemble de critères biologiques et taxonomiques sont notés ; le score final obtenu permet le classement des espèces dans 3 catégories de risque d'invasion (faible, modéré, important).

Échelle de Lavergne (2010)

Cette méthode permet de classer les espèces dans 6 catégories en fonction de la densité et de la répartition des **populations** observées sur un territoire, du type de milieu colonisé (naturel ou anthropisé) et du risque d'invasion. Elle est la plus utilisée par les CBN pour établir les listes régionales de plantes invasives (FY, 2015 ; DORTEL *et al.*, 2013).

Invasive Species Environmental Impact Assessment (ISEIA, 2009)

Un indice d'impact environnemental est calculé à partir de 4 groupes de critères liés à la biologie et aux impacts de l'espèce considérée, croisés ensuite avec le niveau d'invasion observé sur le territoire, pour aboutir au classement des espèces en 3 catégories.

La méthode de hiérarchisation de Weber & Gut et l'échelle de Lavergne ont été spécifiquement conçues pour être utilisées sur les espèces végétales. De ce fait, les critères pris en compte dans ces protocoles ne sont pas directement applicables à la faune. Ceux considérés dans la méthode EPPO, concernant le potentiel de **dispersion** et les impacts des espèces, peuvent en revanche être appliqués sur des espèces animales. En effet, si cette méthode a été initialement conçue pour être appliquée à la protection des végétaux, les questions utilisées pour hiérarchiser les espèces sont aussi pertinentes pour la faune, dont le potentiel invasif est également estimé à partir des capacités de reproduction et de **dispersion**. La méthode ISEIA est la seule des trois méthodes

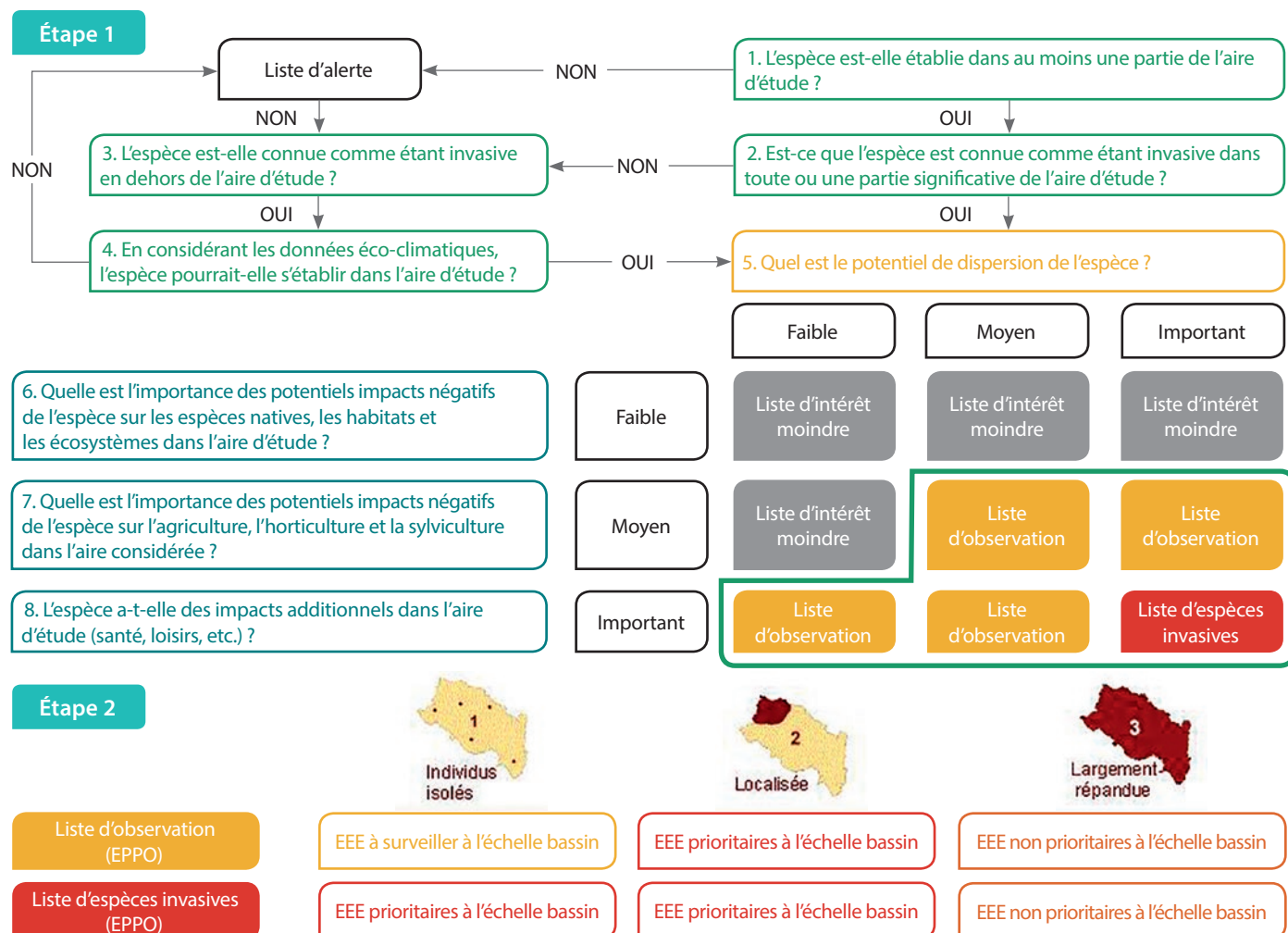
mentionnées ci-dessus à avoir été conçue pour être utilisée à la fois sur la faune et la flore. La notation des différents critères sur laquelle elle repose peut cependant être considérée comme subjective, tandis que les questions posées dans l'arbre décisionnel d'EPPO limitent ce biais. Il est donc proposé d'utiliser la méthode EPPO pour hiérarchiser les espèces exotiques entre elles sur des critères liés à leur potentiel de **dispersion** et à leurs impacts avérés et potentiels.

La méthode de catégorisation utilisée pour le bassin Loire-Bretagne

Cette méthode a été élaborée avec le groupe de travail « espèces exotiques envahissantes du bassin Loire-Bretagne ». Elle repose sur le croisement du potentiel invasif des espèces (capacités de **dispersion** et évaluation des impacts occasionnés) et de leur répartition actuelle sur le bassin.

Potentiel invasif (EPPO) x répartition géographique (ISEIA)
= catégorisation

Méthode de hiérarchisation des espèces exotiques envahissantes du bassin Loire-Bretagne : Étape 1 – classement des espèces en fonction de leur potentiel invasif (EPPO, 2012) ; Étape 2 – répartition des espèces des deux listes EPPO dans les catégories de la liste de bassin en fonction de leur répartition géographique sur le bassin Loire-Bretagne (ISEIA guidelines, 2009)



Ce travail vise à identifier les espèces selon un gradient de capacité des espèces à se développer, se propager et impacter les milieux et leurs usages, calculé sur la base de la littérature existante (scientifique et expérimentale). L'utilisation de la méthode prend en compte l'expansion géographique de la colonisation. Elle vise à obtenir des catégories en fonction desquelles des mesures de gestion (confinement, veille, lutte ciblée) peuvent être planifiées. Le document la décrivant est accessible en ligne sur le site internet du Centre de Ressources Loire nature (www.centrederessources-loirenature.com).

Cette classification reposera sur l'étude de la répartition des espèces invasives au sein du bassin Loire-Bretagne, à l'image de ce qui est utilisé dans la méthode ISEIA. Le croisement de ces deux critères (cf. figure 2), l'un directement lié aux caractères invasifs des espèces et l'autre à leur répartition, permettra d'aider à identifier des orientations de gestion à l'échelle bassin selon les catégories proposées ci-dessous :

- **espèces exotiques envahissantes émergentes à l'échelle du bassin** : espèces invasives dont la répartition est ponctuelle sur le bassin Loire-Bretagne et dont le potentiel invasif est important. L'objectif pour ces espèces est de faire régresser voire éradiquer leur présence lorsque cela est possible. La mise en place d'actions de sensibilisation et de formation sur ces
- espèces est également à envisager afin d'éviter de nouvelles introductions et favoriser la détection précoce de nouveaux foyers ;
- **espèces exotiques envahissantes localisées à l'échelle du bassin** : espèces invasives dont la répartition est locale dans le bassin Loire-Bretagne en l'état actuel des connaissances. Leur potentiel invasif est évalué en tant que modéré à important. L'objectif pour ces espèces serait de réguler les **populations** pour les confiner et éviter leur propagation sur le bassin ;
- **espèces exotiques envahissantes largement réparties à l'échelle du bassin** : espèces invasives ayant un potentiel invasif modéré à important et largement répandues dans le bassin Loire-Bretagne. Ces espèces peuvent présenter des enjeux de gestion locaux importants en fonction des contextes rencontrés : front de colonisation, site à forte valeur écologique, usages, etc. On y retrouve les espèces de bassin pour lesquelles la régulation est recherchée afin que leurs impacts soient réduits dans les secteurs où les enjeux le nécessitent et pour les espèces réglementées ;
- **espèces exotiques à surveiller à l'échelle du bassin** : espèces exotiques ayant une répartition ponctuelle sur le bassin et dont le caractère envahissant n'est pas clairement établi. Il s'agit d'en évaluer le potentiel invasif et de coordonner la surveillance.



La Crassule de Helms est encore peu présente sur le bassin mais inquiète localement les gestionnaires.

Espèces considérées

La liste d'espèces végétales « d'importance bassin » de 55 espèces, établie en 2008 sur base des listes régionales et du dire d'experts (FCEN, 2008), a été complétée par des espèces issues de la mise à jour des listes régionales. Les espèces ciblées par le règlement européen qui étaient présentes sur le bassin Loire-Bretagne et n'étaient pas encore prises en compte ont été intégrées à la liste du bassin Loire-Bretagne. L'analyse de hiérarchisation s'est portée sur 63 espèces végétales (VARRAY, 2017).

Pour la faune, une compilation de différentes listes a été réalisée, intégrant la liste du réseau « Vertébrés exotiques envahissants du bassin de la Loire » (SARAT, 2012) ainsi que les listes des coordinations territoriales. Le groupe de travail a été consulté afin de proposer de nouvelles espèces animales à intégrer à la liste de bassin. 33 espèces animales ont été prises en compte dans ce travail.

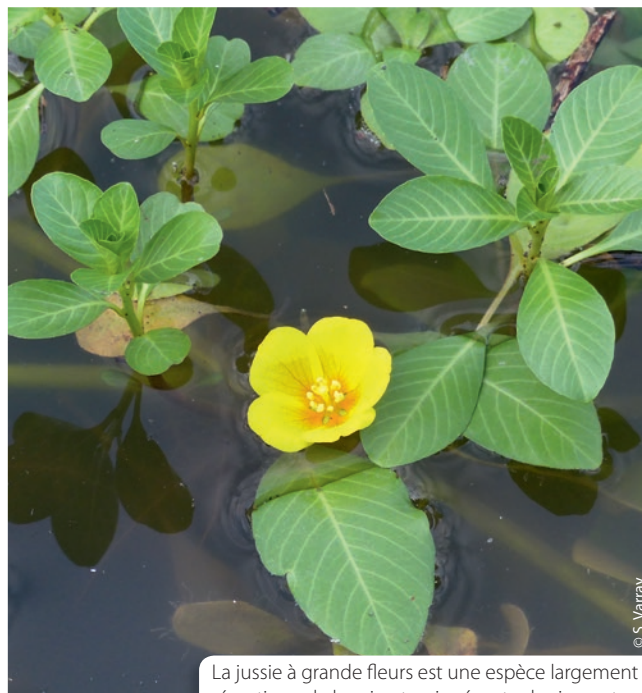
Prise en compte des espèces littorales

Le bassin Loire-Bretagne comprend un linéaire important de côtes. Les zones littorales sont des espaces très attractifs pour les hommes et propices à leurs activités. Ces milieux sont cependant fragiles et la concentration des activités humaines a provoqué la dégradation des écosystèmes littoraux, favorisant de fait l'installation d'espèces exotiques envahissantes. Ces dernières sont susceptibles d'envahir les milieux littoraux voire de s'implanter sur d'autres secteurs du bassin. Les espèces exotiques envahissantes liées au littoral ont été classées dans une sous-liste spécifique de la catégorie « espèces à surveiller », car elles présentent à la fois des enjeux de gestion forts sur une portion du bassin (le littoral) et de surveillance pour éviter leur implantation au sein du bassin.

Enjeux et limites

La liste catégorisée de bassin a pour objectif de proposer une vision d'ensemble de la thématique à l'échelle du bassin versant (milieux aquatiques et terrestres, hors milieu marin) en contribuant à l'établissement de priorités d'alerte, de régulation, de confinement ou de restauration et de sensibilisation. À travers cette liste, ce sont les espèces présentant les enjeux les plus forts et dont la gestion est recommandée à différents niveaux sur ce territoire qui sont portées à connaissance.

Cette liste de bassin est en cohérence avec les listes élaborées par les coordinations territoriales, qui permettent d'adapter la gestion locale aux enjeux propres à chaque coordination territoriale. Par ailleurs, chaque gestionnaire doit adapter la définition des priorités d'action en fonction des caractéristiques de son site et de ses enjeux, ainsi que de l'état de la colonisation, comme cela est présenté dans les chapitres « Réaliser un état des lieux » page 52 et « Établir une stratégie de gestion » page 58. La question de la faisabilité de la gestion (réalisation d'un état des lieux, existence de techniques de gestion efficaces, définition



La jussie à grande fleurs est une espèce largement répartie sur le bassin et qui présente des impacts écologiques et économiques importants.

des objectifs de gestion, etc.) doit en effet être posée à l'échelle locale, la planification des **actions de gestion** étant réalisée à ce niveau.

La méthode de hiérarchisation reposant sur le potentiel invasif et la répartition géographique, la faisabilité de la gestion (existence de techniques efficaces) n'est pas directement prise en compte. L'utilisation du critère de répartition géographique permet cependant d'être cohérent avec le règlement européen qui demande le confinement des espèces les plus largement réparties et l'éradication – lorsque cela est possible – des espèces émergentes.

Utilisation et révision de la liste hiérarchisée du bassin Loire-Bretagne

Cette liste de bassin créée en 2005, révisée en 2008 et enrichie du volet faune en 2016 (VARRAY, 2017), est appelée à être mise à jour dès que nécessaire et au minimum tous les 2-3 ans. Elle reflète l'état des connaissances disponibles au moment de la réalisation de l'analyse.



Biogéographie et milieux du bassin Loire-Bretagne

► Un bassin versant aux multiples facettes

Avec près de 157 000 km², le bassin Loire-Bretagne occupe plus d'1/4 du territoire métropolitain (28 %), s'étendant du Massif central aux côtes bretonnes et vendéennes. Il couvre 6 régions, 36 départements et plus de 7 350 communes, pour un total de 12,4 millions de personnes (source SDAGE Loire-Bretagne 2016-2021). S'il est le plus grand bassin hydrologique français, il possède également le plus long trait de côte avec environ 2 600 km entre la baie du Mont-Saint Michel et La Rochelle, soit 40 % du littoral français (AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, 2015).

Du point de vue hydrologique, la Loire et ses affluents représentent les 3/4 du bassin, le restant étant constitué par les bassins versants bretons et, dans une moindre mesure, vendéens. Le linéaire total de cours d'eau du bassin est de plus de 135 000 km selon les données du Schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) Loire-Bretagne 2016-2021 (AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, 2015).

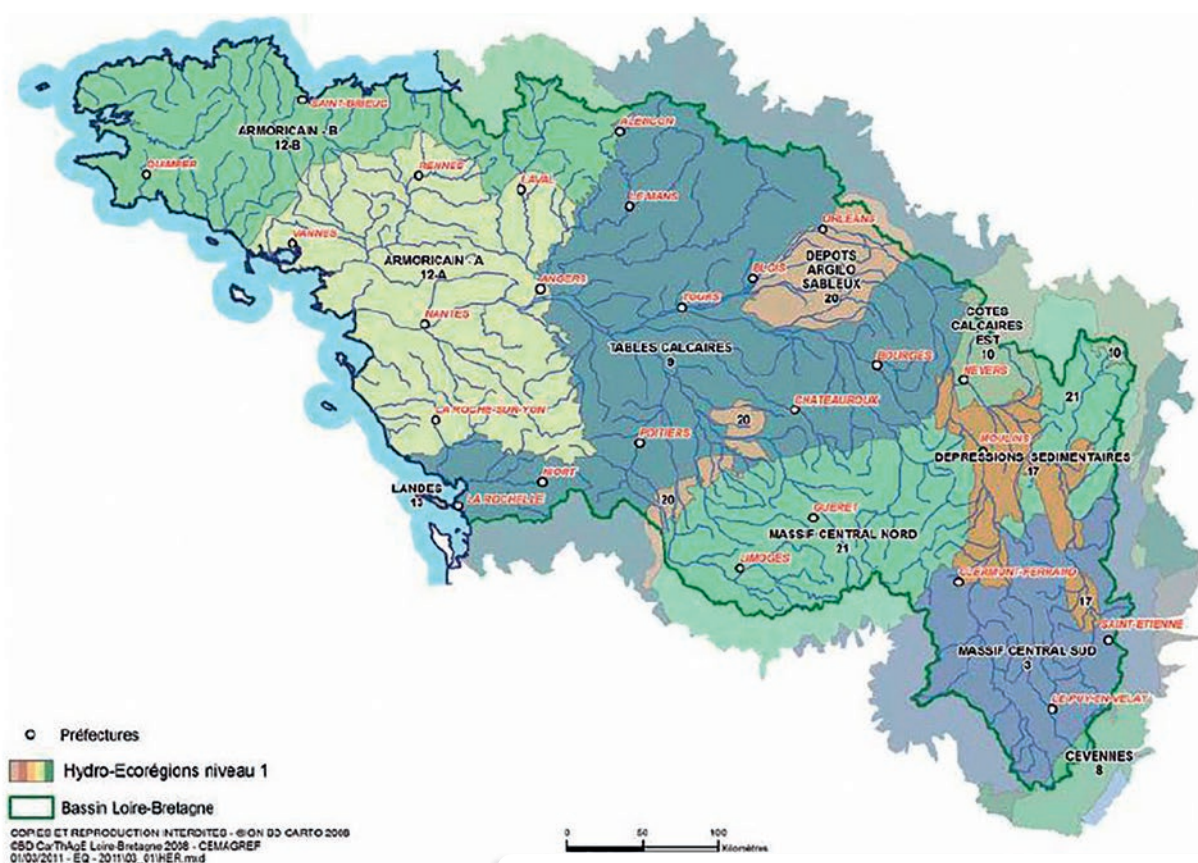
Concernant la géologie et la géomorphologie, le bassin Loire-Bretagne correspond à cinq grands ensembles : l'amont de la Loire qui coule essentiellement sur substrats granitiques et acides du Massif central, la partie médiane sur substrats sédimentaires, et l'aval correspondant au Massif armoricain acide, avec trois



Banc de sable sur la partie médiane du bassin Loire-Bretagne (45).

sous-ensembles (la Basse-Loire dont l'estuaire, la Bretagne avec la Vilaine et les cours d'eau côtiers, ainsi que les systèmes côtiers vendéens – spécialement la Sèvre niortaise et le Lay – et le Marais breton-vendéen).

Sous les massifs anciens, il y a peu de nappes d'eau profondes, contrairement à la partie sédimentaire correspondant aux bassins parisien et aquitain. Cela implique des écoulements en surface et donc un chevelu hydrographique dense.



Du point de vue climatique, le bassin connaît des situations très contrastées en lien avec les influences océanique de l'ouest, continentale de l'est et méditerranéenne du sud.

Les déterminants physiques et climatiques abordés précédemment font émerger des ensembles ayant des caractéristiques homogènes que l'on appelle hydro-écorégions. Aussi, le bassin Loire-Bretagne peut être découpé en 9 principales hydro-écorégions : Armoricaire A (12-A), Armoricaire-B (12-B), tables calcaires (9), dépôts argilo-sableux (20), côtes calcaires de l'est (10), Massif central nord (21), Massif central sud (3), dépressions sédimentaires (17) et Cévennes (8). Ce découpage en hydro-écorégions permet de mieux appréhender le fonctionnement des hydrosystèmes et de déterminer les axes de gestion les plus appropriés.

Un bassin prédominant : la Loire et ses affluents

Bien évidemment, le bassin de la Loire est le plus étendu avec ses 117 500 km² (20 % du territoire français métropolitain) et le fleuve Loire, le plus long fleuve de France (1 010 km). Ses principaux affluents de plus de 100 km de long sont l'Allier, le Cher, l'Indre, la Vienne, l'Arroux, l'Aron, le Beuvron, la Besbre, le Loir, la Sarthe et la Mayenne qui confluent dans la Maine et la Sèvre Nantaise. Beaucoup de ces affluents principaux ont eux-mêmes des affluents très longs.

Le régime hydrographique de la Loire est de type pluvio-nival (alimentation principale par les pluies et la fonte des neiges). Son débit moyen interannuel (module) varie de 18 m³/s à 900 m³/s de l'amont vers l'aval ; en crue (Q20), le débit à l'aval approche des 6 000 m³/s.

Malgré quelques barrages et d'importants systèmes de protections latérales contre les crues, la Loire est souvent citée comme le dernier grand fleuve sauvage d'Europe. Son fonctionnement encore très naturel permet une continuité hydraulique et biologique amont-aval, mais aussi latérale lors des crues. La force de l'eau rend mobile et vivant le lit du fleuve, créant des bras et des annexes hydrauliques multiples. L'intégralité du fleuve a été inscrite comme site d'importance communautaire du réseau européen Natura 2000 au titre des deux directives européennes « Oiseaux » et « Habitats », pour la protection de sa faune et de sa flore sauvage ; il est également classé au patrimoine mondial de l'humanité par l'Unesco depuis novembre 2000.



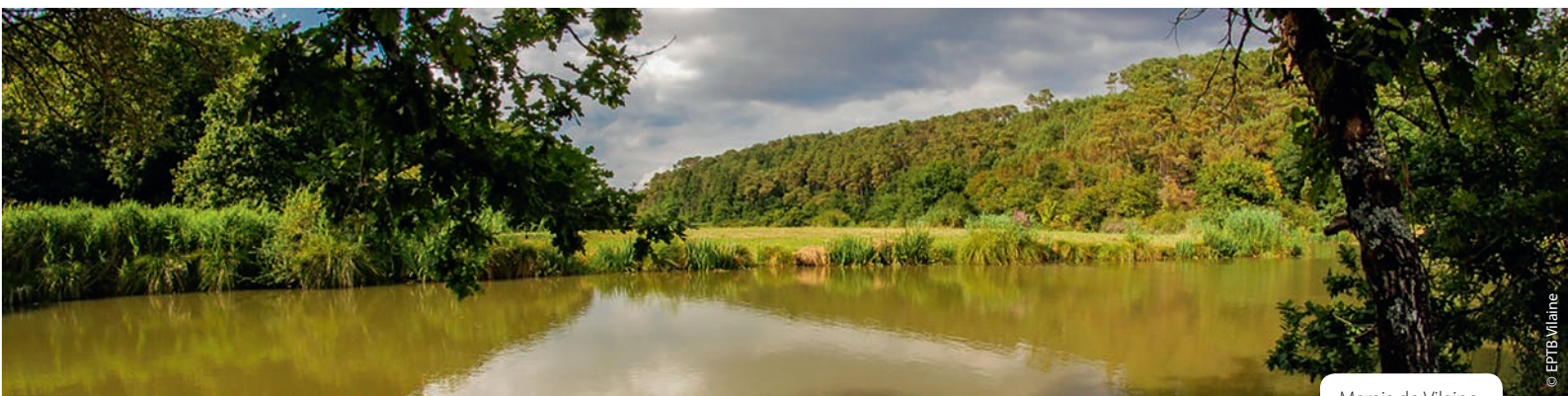
Les principaux cours d'eau du bassin de la Loire, qui occupe une grande partie du bassin Loire-Bretagne.

La Bretagne : la Vilaine et les petits fleuves côtiers

Le réseau hydrographique breton coule quasiment exclusivement sur substrats acides. Il est caractérisé par deux sous-ensembles très différents :

- à l'est, la Vilaine draine environ le tiers de la Bretagne, avec un bassin versant aux reliefs très peu accusés, une forte intensification agricole, des substrats essentiellement schisteux tendres et des étiages relativement prononcés ;
- à l'ouest et sur la côte nord, les fleuves côtiers sont beaucoup plus pentus, isolés les uns des autres. Ils sont essentiellement salmonicoles. Ils coulent sur des substrats durs (granites, grès et schistes durs). Les plus importants sont le Blavet, le Scorff, l'Ellé, l'Aulne, l'Elorn, le Jaudy, le Trieux, la Rance et le Couesnon.

Le Massif armoricain limitant l'infiltration de l'eau en profondeur, le réseau hydrographique est très dense avec une prédominance des petits cours d'eau (d'ordres 1 et 2) par rapport aux grands cours d'eau, ce qui fait un linéaire très conséquent à



Marais de Vilaine.

surveiller. Du point de vue de l'état de conservation des cours d'eau, une différence est/ouest s'exprime, avec une meilleure qualité générale pour les cours d'eau de l'Ouest.

Les zones de marais sont principalement de deux types : des marais intérieurs correspondant aux plaines d'inondation – notamment les marais de Vilaine – et des marais côtiers dont l'étendue est plus restreinte.

Enfin la région comprend de nombreux étangs d'origine anthropique. Historiquement créés pour les besoins alimentaires (pisciculture) ou pour utiliser la force de l'eau (moulins et forges), leur nombre a augmenté fortement pour satisfaire des usages récréatifs privés ou publics (pêche, agrément).

Le bassin vendéen : marais et systèmes côtiers

Contrairement à la Bretagne, l'entité sud Loire correspondant à la Vendée et une partie des Deux-Sèvres et de la Loire-Atlantique est caractérisée par un faible relief et l'importance des marais côtiers (marais breton-vendéen et marais poitevin). Deux types de substrats géologiques coupent en deux cette entité : au nord, des substrats acides correspondant au massif armoricain caractérisé par des paysages de bocage, au sud des substrats calcaires correspondant à des plaines céréalières.

Les principaux cours d'eau sont le Lay et la Sèvre Niortaise qui tous deux se terminent dans le marais poitevin. Les autres petits cours d'eau (Falleron, Vie, Jaunay, etc.) forment également des marais dans leur partie estuarienne. Les plans d'eau sont assez nombreux dans cette zone.

L'eau, un marqueur déterminant du bassin Loire-Bretagne

Sur le bassin Loire-Bretagne, l'eau est omniprésente et multiforme. On la retrouve évidemment circulant depuis les cours d'eau montagnards amont ou dans le réseau primaire breton de première catégorie piscicole, jusque dans les grands cours d'eau de plaine sous des formes d'écoulement beaucoup plus lentes. C'est sur ces zones où les cours d'eau s'assagissent que s'installent principalement les grandes agglomérations : Moulins, Nevers, Bourges, Orléans, Blois, Tours, Angers, Nantes, Le Mans, Laval, Rennes, sont autant d'exemples de villes étroitement liées aux cours d'eau.

En raison de la prédominance de substrats géologiques imperméables sur le bassin, on compte aussi une forte densité de zones humides en tête de bassin versant, au niveau des zones de sources. Si elles sont mal connues, ces zones humides devraient progressivement être identifiées, voire caractérisées, dans le cadre des inventaires communaux des zones humides réalisés pour les Plans Locaux d'Urbanismes (PLU). À ces zones amont, s'ajoute les marais intérieurs liés aux grands cours d'eau et les marais côtiers de la façade littorale.

La multiplication des étangs d'agrément qu'ils soient publics ou privés, est aussi déterminante sur le bassin. Enfin, l'eau marque le paysage littoral du bassin et attire toujours plus d'habitants permanents et saisonniers. L'influence océanique apporte des conditions climatiques moins extrêmes, idéales pour



De nombreuses espèces patrimoniales comme le Castor d'Europe sont présentes sur le bassin Loire-Bretagne grâce à la diversité des milieux présente sur le bassin.

l'acclimatation des espèces. Les estuaires des cours d'eau fournissent aussi des conditions de milieux particulières, pouvant accueillir des espèces invasives spécifiques.

► Un territoire sensible aux invasions biologiques

Un très grand territoire, difficile à surveiller

L'étendue du bassin, son hétérogénéité et la diversité de ses milieux naturels et anthropisés en font un territoire extrêmement difficile à surveiller, si bien qu'il est nécessaire de coordonner les actions entre les différentes parties du bassin pour avoir une cohérence d'action, de mutualiser les connaissances scientifiques et expérimentations de gestion. L'identification des différents sous-ensembles permet une rationalisation des moyens et des actions, en développant des itinéraires techniques pertinents au-delà des études de cas. Malgré cela, la surveillance du territoire demeure partielle et chronophage.

Des milieux et des ambiances diversifiés

Comme nous l'avons vu précédemment, le bassin Loire-Bretagne offre une grande diversité de milieux, en lien avec les différentes hydro-écorégions et les ambiances climatiques variées. Le large panel d'habitats donne l'opportunité à de nombreuses espèces invasives de s'installer sur le bassin.

Ainsi les cours d'eau amont, à système érosif, subissent des colonisations par les plantes de berges comme les renouées asiatiques, en raison des remaniements fréquents des berges (arrachages de rhizomes qui sont déposés à l'aval, travaux inappropriés d'enrochement des berges, transports de matériaux contaminés, etc.).

Les grandes zones d'étangs (Forez, Sologne, Brenne) et les grands marais intérieurs (Brière, Erdre, Vilaine, etc.), ainsi que les annexes fluviales sont très fréquemment envahis par des amphiphytes comme les jussies ou des hydrophytes (Hydrocharitacées), ainsi

que le Ragondin et l'Écrevisse de Louisiane. Bien qu'identifiés depuis longtemps comme milieux à risque, il est à noter que, compte tenu de leur étendue, beaucoup de ces marais sont assez mal connus ou difficilement suivis, et la présence d'espèces invasives n'y est souvent détectée que trop tardivement.

D'autre part, nombre de communes ou de particuliers ont créé des étangs de loisirs et ont voulu y favoriser une colonisation végétale rapide en y introduisant des « plantes miracles ». Il est quasiment impossible d'avoir accès aux étangs privés et l'information de situations problématiques est le plus souvent trop tardive pour intervenir efficacement. Les opérations de vidange de ces pièces d'eau sont alors critiques en ce qui concerne la propagation des espèces exotiques envahissantes car elles augmentent la connexion avec l'amont. La réglementation en vigueur (cf. chapitre page 24) permet dans une certaine mesure de contrôler ces opérations, au moins pour les étangs de grande taille, mais cela est moins vrai pour les petites pièces d'eau qui peuvent alors contaminer le réseau hydrographique aval.

Les corridors très dynamiques de la Loire, avec de grandes étendues de sables fréquemment remaniés sont souvent colonisés par des amphiphytes comme le Paspale à deux épis, voire des thérophytes (Lampourdes, Lindernie fausse gratiole, etc.). La difficulté de pénétration de certaines forêts alluviales peut aussi laisser ignorer longtemps certaines invasions dont on ne prend alors conscience que tardivement.

En zone estuarienne et sur le littoral, des problématiques spécifiques apparaissent avec des espèces tolérantes au sel (*Baccharis halimifolia*, *Cotula coronopifolia*) voire clairement halophiles (*Spartina alterniflora*).

L'Homme : perturbateur des milieux et agent d'introduction et de dispersion

Les impacts de l'intervention de l'Homme sur les milieux aquatiques et riverains sont indéniables depuis longtemps, par la construction de nombreux barrages et digues, la canalisation ou la dérivation des cours d'eau, ce qui altère le fonctionnement de nombreux écosystèmes aquatiques et terrestres. Ces milieux perturbés sont souvent plus vulnérables à l'installation et au développement d'espèces allochtones que les milieux « naturels » par nature plus résilients.

Les étangs privés sont potentiellement des sources de contamination pour l'ensemble du réseau hydrographique, car de nombreuses espèces invasives y ont été introduites, sans que l'on ait encore aujourd'hui une bonne connaissance de l'état des colonisations.

Le réseau d'infrastructures linéaires (routes et voies ferrées) plus ou moins denses a également créé des interconnexions entre les voies d'eau (Canal de Nantes à Brest connectant la Loire, l'Erdre, la Vilaine, l'Oust, le Blavet vers l'ouest et la Rance au Nord). Ces axes sont alors autant de voies de **dispersion** pour de nombreuses espèces invasives pour coloniser de nouveaux territoires.

La population du bassin Loire Bretagne, avec 12,4 millions de personnes (environ 19% de la population métropolitaine), accentue d'autant plus le risque de propagation d'espèces

invasives, que sa densité est forte, comme c'est le cas près des grandes agglomérations en bord d'une rivière et du littoral.

Quels effets des changements climatiques à venir ?

Cette question préoccupant les sociétés modernes depuis quelques décennies se pose également en ce qui concerne la thématique des espèces exotiques envahissantes.

La modification des températures, et notamment leur augmentation probable pourrait permettre à des espèces sensibles au froid de s'installer durablement ou de progresser vers le nord, car une majorité de ces espèces proviennent de régions plus chaudes (Afrique, Asie, Amérique du Sud, etc.). C'est le cas par exemple de la Jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*) et de la Laitue d'eau (*Pistia stratiotes*) dont le développement semble aujourd'hui limité par les températures hivernales négatives. Certaines espèces indigènes pourraient se trouver fragilisées par les évolutions climatiques et ainsi libérer de plus en plus de niches écologiques pour de nouvelles espèces exogènes.

Le changement du régime des précipitations, et par conséquent du régime hydrologique, pourrait également accentuer les périodes d'assec et, à l'opposé, concentrer les précipitations sur certaines périodes ou certaines régions. Par exemple, des régimes hydrologiques plus violents entraîneraient des pouvoirs érosifs des cours d'eau accrus et accentueraient alors les possibilités de **dispersion** des renouées asiatiques, mais également des espèces aquatiques et **amphibies** à fort potentiel de bouturage.

L'ensemble des modifications climatiques pourraient enfin entraîner une diminution des capacités compétitives de la végétation locale, au profit d'espèces allochtones. Ce risque est difficilement mesurable, mais doit être pris en compte dans les réflexions à long terme sur les espèces invasives.



Avec les changements climatiques à venir, des espèces exotiques telles que la Jacinthe d'eau pourraient bénéficier d'hivers plus doux, leur permettant de s'installer durablement.

Coordination des acteurs pour une meilleure gestion des espèces exotiques envahissantes sur le bassin Loire-Bretagne

► Le groupe de travail sur les espèces exotiques envahissantes du bassin Loire-Bretagne

La réussite des projets de gestion des espèces exotiques envahissantes dépend beaucoup des liens entre décideurs et gestionnaires, mais également de la capacité de l'ensemble des acteurs à détecter de nouvelles espèces. Le milieu aquatique se prête particulièrement bien au transport de graines et des fragments de plantes, et la variation des niveaux d'eau favorise leur implantation dans des milieux reconnectés aux cours d'eau principaux lors des crues, et de manière plus régulière sur les berges.

En 2001, la DREAL des Pays de la Loire organisait la première réunion d'un comité de gestion des plantes aquatiques envahissantes, avec pour but l'échange d'expériences, l'amélioration des connaissances sur ces espèces et de la problématique posée dans les milieux gérés par les collectivités et leurs partenaires.

Sur ce modèle, le groupe de travail de bassin sur les plantes envahissantes des milieux aquatiques a été créé par l'agence de l'eau Loire-Bretagne en 2002. L'échange d'expériences, l'information sur les principales espèces posant problème et l'amélioration des connaissances sur leur biologie et leur écologie faisaient partie dès l'origine des objectifs de ce groupe. Entre 2007 et 2014, l'animation du groupe de travail a été confiée à la Fédération des Conservatoires d'espaces naturels dans le cadre du plan Loire grandeur nature III.

► Le plan Loire grandeur nature

En 1994, l'État français lançait le premier plan d'aménagement global à l'échelle du bassin versant de la Loire : le plan Loire grandeur nature. Il avait pour objectifs d'assurer la sécurité des biens et des personnes face aux risques d'inondation, de satisfaire les besoins quantitatifs et qualitatifs en eau et de restaurer la diversité écologique du milieu. Dans un contexte politique tendu où différentes conceptions d'aménagement du fleuve s'opposaient, le plan Loire a été conçu comme un cadre de travail permettant de dépasser les conflits et d'associer des acteurs antagonistes.

Après 3 phases du plan Loire grandeur nature, ayant abouti à certaines avancées, notamment en faveur des milieux humides et de la biodiversité, la phase IV du plan Loire grandeur nature (2014-2020) a fixé des objectifs quant à la gestion des espèces exotiques envahissantes (EEE), tels que « la non-aggravation de la situation au regard d'espèces envahissantes et de surfaces contaminées entre 2014 et 2020. Les espèces envahissantes concernées sont les espèces

végétales et animales d'importance de bassin des milieux humides, à l'exception du ragondin ». (Objectif spécifique 7 de la stratégie du plan Loire IV : Prévenir l'installation de nouvelles espèces exotiques envahissantes et contenir les espèces installées).

À cet effet, la phase IV du Plan Loire prévoit plusieurs dispositions comme :

- « la production d'un bilan, du nombre d'EEE et de la surface contaminée, en 2014 et son actualisation en 2020 ;
- des interventions sur le milieu pour prévenir l'extension géographique des espèces envahissantes installées ;
- des interventions dans le milieu pour empêcher l'installation de nouvelles espèces ».

Pour sa mise en œuvre, le plan Loire s'appuie sur un volet thématique d'animation de réseaux d'acteurs du Programme Opérationnel Interrégional FEDER Bassin de la Loire, co-financé par l'agence de l'eau Loire-Bretagne.

► Réseau d'acteurs sur les espèces exotiques envahissantes

Le groupe de travail de bassin est constitué par les animateurs du groupe, les coordinateurs territoriaux du bassin (région, département, sous bassin versant), les chercheurs et experts associés, les partenaires institutionnels et financiers, ainsi que les correspondants des groupes associés. Il bénéficie également de la participation de porteurs de projets de sensibilisation et de gestion sur les espèces exotiques envahissantes. Il a pour but d'échanger sur l'avancée des programmes d'action dans le bassin, sur les expériences de gestion, l'amélioration des connaissances, les besoins en recherche et les résultats des expérimentations entreprises, ainsi que sur la réalisation d'outils et de méthodologies communs. Toutes ces réalisations sont partagées et rendues disponibles d'un volet spécifique du site Internet « Centre de Ressources Loire nature » (centreresources-loirenature.com).

Des coordinations d'échanges et de travail dans les régions, départements et sous-bassins ont été développées dans le bassin de la Loire et en Bretagne. Animés par des porteurs de projets du territoire concerné, ces groupes comprennent des gestionnaires des milieux naturels (CEN Centre-Val de Loire, CEN Pays de la Loire, CEN Auvergne, CEN Basse-Normandie), des associations (CPIE des Monts du Pilat, CPIE des pays Creusois, CPIE de la Corrèze), des collectivités et institutions du territoire (DREAL Centre-Val de Loire, EPTB Vienne, EPTB Vilaine, Forum des Marais Atlantiques – FMA, Agence régionale de la Biodiversité Nouvelle Aquitaine (ex-ORE), ONCFS, AFB) et des chercheurs et experts qui viennent en appui des travaux à ces échelles (Conservatoires Botaniques nationaux, Agrocampus Ouest-INRA, Université de Tours et d'Angers, expert indépendant).

Les coordinations territoriales

Les groupes de coordination territoriale assurent une animation locale sur leurs territoires de compétence auprès des acteurs de la gestion des milieux naturels tout en participant aux travaux du groupe de travail de bassin (cf. *contacts* page 152). Ils ont pour but de coordonner la collecte de données sur les espèces

exotiques envahissantes, d'organiser les échanges et le partage d'information à l'échelle de leur territoire, le suivi des chantiers de gestion ainsi que la sensibilisation et la formation.

En 2018, ces coordinations sont au nombre de 8 et couvrent quasiment l'ensemble du bassin.



sources : IGN - Geofla, FCEN
réalisation : FCEN, 09/2018

En 2018, les coordinations territoriales couvrent la quasi-totalité du bassin Loire-Bretagne.

Groupe Pays de la Loire

Le réseau régional « espèces exotiques envahissantes des Pays de la Loire » a été l'un des premiers réseaux créés en France sur cette thématique. Cette dynamique, initiée et animée par la DREAL des Pays de la Loire depuis 2001, a permis aux acteurs concernés par la gestion des espèces invasives (notamment la flore aquatique) d'échanger sur les moyens de gestion. Parmi ses premiers travaux figure la réalisation d'un « Guide de gestion des plantes exotiques envahissantes en cours d'eau et zones humides » diffusé en trois éditions successives (2004, 2006, 2012) (MATRAT *et al.*, 2012 a). L'année 2011 a été marquée par l'organisation du colloque régional « les plantes invasives en Pays de la Loire » et la formalisation de la stratégie régionale pour la gestion des plantes exotiques envahissantes. Depuis 2008, le CBN de Brest publie et



met à jour régulièrement une liste régionale des plantes invasives, potentiellement invasives et à surveiller, qui s'inscrit dans cette stratégie.

Depuis 2016, à la demande de la DREAL Pays de la Loire, le CEN des Pays de la Loire s'est engagé dans l'animation du réseau et la mise en œuvre d'un programme d'action en collaboration étroite avec le CBN de Brest. Cette action bénéficie des soutiens de l'agence de l'eau Loire-Bretagne, de la DREAL et du FEDER Loire.

L'animation de ce réseau régional repose sur plusieurs comités thématiques (Prévention, Gestion et Recherche, faune invasive, marais, prise en compte des espèces exotiques envahissantes dans les marchés publics).

Groupe Poitou-Charentes

En 2006, la Région Poitou-Charentes a lancé une nouvelle politique pour la gestion des rivières, en cohérence avec les objectifs de la Directive cadre sur l'eau. Dans ce cadre, elle a souhaité accompagner et fédérer les gestionnaires locaux dans la maîtrise des phénomènes invasifs, en proposant la création d'un Observatoire régional des plantes exotiques envahissantes des écosystèmes aquatiques (ORENVA). Cet outil partagé de compréhension et de suivi est destiné à guider les choix tactiques des gestionnaires et de leurs partenaires financiers, dans la gestion de ces espèces. Il fait appel aux compétences de l'Observatoire Régional de l'Environnement (ORE) pour la partie « données » et du Forum des Marais atlantiques (FMA) pour la coordination du réseau d'acteurs et les actions de formation.



Groupe Centre – Val de Loire

Groupe flore

Avec le soutien de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne, de la DREAL et du Conseil régional Centre – Val de Loire, un premier groupe de réflexion s'est formé en 2005 pour la constitution d'un groupe de travail « plantes invasives en région Centre ». La nécessité de coordonner et d'échanger sur les projets et les chantiers de lutte entre acteurs régionaux a amené le Cen Centre-Val de Loire et le CBN du bassin parisien à s'associer plus étroitement dès 2008 pour inscrire l'existence du groupe et ses travaux dans la durée.



Le CEN Centre-Val de Loire est ainsi reconnu comme structure animatrice du groupe et est chargé de l'organisation des réunions, du pilotage des réflexions et du renforcement de la mise en réseau des acteurs et la coopération régionale pour développer l'échange d'expériences et la coordination des **actions de gestion** sur les espèces invasives. Le CBN du bassin parisien est identifié comme structure ressource pour la collecte, la centralisation et la diffusion des données sur la répartition et l'impact des plantes invasives dans la région Centre-Val de Loire, renforçant ainsi les connaissances sur la biologie et l'écologie des espèces.

Groupe faune

Pour permettre aux différents acteurs de terrain d'échanger sur des expériences de gestion d'espèces animales invasives et d'être informés sur la réglementation en vigueur relative aux espèces de faune invasive, un groupe de travail régional a été créé en 2014. Co-piloté par la DREAL et la délégation interrégionale Centre-Île-de-France de l'ONCFS, il se réunit une fois par an et se compose de partenaires institutionnels et techniques. Il a pour objectifs notamment de réaliser une hiérarchisation des espèces invasives de faune afin de coordonner la mise en œuvre d'actions de lutte.

Groupe Auvergne

Dès 2003, un groupe de travail réunissant des acteurs auvergnats intervenant sur le thème des plantes exotiques envahissantes (chercheurs, gestionnaires, services de l'État,

associations...) a émergé sous l'impulsion de l'agence de l'eau Loire-Bretagne. La mission d'animation et de coordination du Groupe régional Auvergne des plantes exotiques envahissantes (GRAPEE) a été confiée dès 2008 au CEN Auvergne.

En 2013, un groupe de travail sur la faune exotique envahissante en Auvergne a été créé et animé par le CEN et la DREAL Auvergne. À partir de 2016, des réflexions ont émergé pour fusionner ces deux groupes de travail afin de poser les bases d'une stratégie régionale globale sur cette thématique, en lien étroit avec le CBN Massif central pour le volet de connaissance de la répartition des espèces.

Groupe Basse-Normandie

À l'initiative de la DREAL et du Conseil régional de l'ancienne région Basse-Normandie ainsi que de l'agence de l'eau Seine-Normandie, un comité régional sur les espèces invasives a vu le jour en 2007, coordonné par le CEN Normandie-Ouest. Depuis la fusion des deux régions de la Haute-Normandie et de la Basse-Normandie, les deux CEN de Normandie coordonnent et animent la stratégie régionale relative aux espèces exotiques envahissantes normandes. Elle a pour mission de définir les actions prioritaires à mettre en œuvre, ainsi que de suivre et d'évaluer la réalisation de ces actions.

Depuis 2016, une brigade d'intervention saisonnière a été créée afin de gérer des espèces émergentes dans les départements de la Manche, du Calvados et de l'Orne. Cette brigade, financée par l'agence de l'eau Seine-Normandie et la région, est mobilisable gratuitement par les propriétaires d'espaces touchés par les espèces exotiques envahissantes, présente des résultats intéressants au regard de l'intervention sur des situations d'émergence.



Groupe Limousin

L'Observatoire Régional des Plantes Exotiques Envahissantes (PEE) du Limousin est animé par trois organismes départementaux (CPIE des Pays Creusois, CPIE de la Corrèze, FDGDON de la Haute-Vienne) et a pour missions la mise en place d'un réseau de surveillance, d'information et de lutte contre les PEE en Limousin. Ce travail est réalisé en concertation avec l'Agence Régionale de la Santé (ARS), le Conservatoire botanique national du Massif central (CBNMC) et les chambres d'agriculture.



Groupe bassin de la Vienne

En 2007-2008, dans le cadre de la mise en œuvre du SAGE Vienne, une enquête menée auprès d'acteurs concernés par la lutte contre les plantes invasives a mis en exergue un manque de coordination, de connaissances et d'échange d'expériences au niveau du bassin de la Vienne. À la lumière de ce constat, l'EPTB Vienne a engagé la constitution et l'animation d'un groupe de travail, afin d'organiser les opérateurs de terrain dans le suivi et la lutte contre ces espèces à une échelle cohérente, celle du bassin de



la Vienne, et d'orienter les interventions des maîtres d'ouvrage sur les secteurs les plus problématiques. Cette démarche est conduite en partenariat avec les organismes référents des trois régions situées sur le périmètre du bassin de la Vienne impliqués à différents titres dans la coordination de la lutte contre les plantes invasives.

Groupe départemental Loire

Face à l'émergence des problématiques liées aux plantes exotiques envahissantes et aux problèmes rencontrés par les gestionnaires de cours d'eau, le Conseil général de la Loire et l'Agence de l'eau Loire-Bretagne ont engagé une réflexion sur la stratégie à développer pour lutter efficacement contre ces espèces exotiques. Depuis 2004, un pôle relais sur les espèces invasives est animé par le CPIE des Monts du Pilat.

Groupe Bretagne

Bien qu'il n'existe pas de réseau officiel historique, un grand nombre d'acteurs bretons impliqués dans la gestion des espaces naturels échangent sur cette thématique. Ainsi, depuis plus de 10 ans, l'EPTB Vilaine est reconnu pour ses connaissances techniques sur les espèces invasives et l'association Cœur Émeraude a également travaillé sur les renouées asiatiques. Depuis peu également, des réunions sur la thématique des espèces invasives ont aussi eu lieu dans le cadre de l'Association des Gestionnaires d'Espaces Naturels Bretons.

Plus récemment, l'ARS Bretagne a confié en 2017 à la FREDON Bretagne une mission d'inventaire et de gestion des espèces exotiques envahissantes ayant des impacts sanitaires. L'objectif est de créer des référents locaux pour assurer une veille et une remontée d'informations au niveau régional. Les missions portent actuellement sur 4 espèces ayant un impact sur la santé humaine : la Berce du Caucase, l'Ambroisie à feuilles d'armoise, le *Datura stramoine* et le Raisin d'Amérique. Le réseau ainsi constitué pourrait cependant être utilisé ultérieurement pour le suivi d'autres espèces exotiques envahissantes.

Groupe Bourgogne

En Bourgogne, les initiatives de lutte et de gestion se développent localement *via* des actions fragmentées, principalement menées par les collectivités et les gestionnaires de rivière, avec pour conséquence des actions dispersées. L'Agence de l'eau Loire-Bretagne souhaitant depuis plusieurs années initier une réflexion entre les acteurs sur l'amélioration possible d'une gestion concertée sur le territoire bourguignon du bassin de la Loire, une journée d'échange a rassemblé les acteurs concernés le 1^{er} décembre 2017 à Collonge-la-Madeleine. Cette journée avait pour objectif de proposer une réflexion commune autour de la gestion des plantes exotiques envahissantes, afin de s'interroger sur l'existant, évaluer les besoins comme les difficultés en matière de connaissance et de lutte, et identifier les leviers pouvant faciliter

une gestion globale plus efficace et cohérente. Elle a posé les bases d'une mise en réseau des acteurs sur ce territoire.

Liens avec les actions nationales sur les espèces exotiques envahissantes

Créé en 2008 et animé conjointement par l'Onema et le Cemagref, puis par le Comité français de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) et l'AFB, le groupe de travail national « Invasions biologiques en milieux aquatiques » (GT IBMA) avait pour objectif principal d'apporter un appui à tous les acteurs concernés par cette problématique. Interface de communication et de discussion orientée sur la gestion des espèces exotiques envahissantes, le groupe rassemble une soixantaine de représentants des différentes parties prenantes : gestionnaires d'espaces naturels, chercheurs, associations, établissements publics, services de l'État et des collectivités, etc. Pendant 10 ans, le GT IBMA a synthétisé et rendu accessibles les diverses connaissances acquises sur les modes de gestion des espèces exotiques envahissantes des milieux aquatiques les plus problématiques en métropole, en produisant des outils opérationnels (site internet, retours d'expériences de gestion, guides pratiques, etc.). Il a également appuyé le développement de stratégies et de politiques publiques et a permis l'échange d'informations et la mise en contacts d'acteurs. Afin de conforter ses actions hors France, il a également débuté depuis 2016 des démarches en direction de partenaires européens et hors-Europe et de réseaux internationaux déjà organisés sur les espèces exotiques envahissantes, démarches facilitées par la diffusion de documents en version anglaise.

Depuis début 2018, en s'appuyant sur la continuité de la coordination du GT IBMA et dans le



cadre de la stratégie nationale sur les espèces invasives, l'AFB et l'UICN France déploient conjointement un Centre de ressources national sur les espèces exotiques envahissantes. Capitalisant les acquis et le savoir-faire du GT IBMA, il cible toutes les espèces de faune et de flore des écosystèmes marins, dulçaquicoles et terrestres. Le Centre de ressources couvre la métropole et l'ensemble des collectivités françaises d'outre-mer et s'adresse à tous les acteurs concernés par le sujet, en ciblant prioritairement les acteurs professionnels et les gestionnaires de la biodiversité.

Son objectif principal est d'améliorer l'efficacité des démarches de prévention et de gestion des invasions biologiques et d'accompagner les politiques nationales sur le sujet, notamment la stratégie nationale relative aux espèces exotiques envahissantes. Trois sous-objectifs peuvent être déclinés :

- accompagner la montée en compétence des acteurs ;
- produire, capitaliser et diffuser les connaissances et le savoir-faire ;
- développer un apprentissage collectif (culture commune) autour des objectifs de connaissances et de gestion des espèces exotiques envahissantes.

Pour y répondre, le Centre de ressources met en œuvre les actions suivantes :

- animation du réseau national d'acteurs sur les espèces exotiques envahissantes ;
- production, capitalisation et mise à disposition de ressources techniques, méthodologiques et scientifiques sur les espèces exotiques envahissantes et leur gestion ;
- accompagnement technique des acteurs (formation, journées techniques, conseil, etc.).

Les membres du GT IBMA, auxquels viennent s'adjoindre des compétences élargies aux milieux terrestres et marins, constituent la base du réseau d'expertise scientifique et technique (REST) placé au cœur de la gouvernance du Centre de ressources.

Le groupe de travail du bassin Loire-Bretagne travaille depuis son origine en lien avec le Ministère en charge de l'écologie, notamment *via* les DIREN, puis les DREAL participantes. Les travaux du réseau d'acteurs sur les espèces exotiques envahissantes du bassin Loire-Bretagne sont également valorisés lors de manifestations de portée nationale voire internationale, en lien avec le Centre national de ressources. La stratégie de gestion du bassin Loire-Bretagne étant la première rédigée en France à l'échelle d'un bassin versant, elle est régulièrement présentée lors d'événements en France ou en Europe, avec le réseau d'acteurs concernés, ses objectifs et ses principaux outils.

Pour les prochaines années, la coopération et la complémentarité des actions menées à l'échelle nationale et bassin seront renforcées avec le Centre national de ressources sur les espèces exotiques envahissantes (www.especes-exotiques-envahissantes.fr).

► Stratégie de gestion des espèces exotiques envahissantes du bassin Loire-Bretagne 2014-2020

Riche de ses 10 ans d'expérience, le groupe de travail a initié les réflexions pour l'élaboration d'une **stratégie de gestion** ayant pour échelle le bassin Loire-Bretagne fin 2012. Ce travail a été mené en 2013 grâce à des échanges réguliers entre les membres du groupe de travail, pour aboutir en 2014 à un document final qui a ainsi été soumis et validé par les membres du groupe de travail de bassin, les institutions nationales et régionales de l'État (ministère en charge de l'Écologie, DREAL, ONCFS, Onema et conseils régionaux) et les structures nationales concernées par les espèces exotiques envahissantes (UICN France, réserves naturelles de France, Fédération des Parcs naturels régionaux, etc.).

La stratégie de bassin repose sur la pertinence des **actions de gestion** à l'échelle d'un grand bassin versant. Ces actions répondent à des lignes directrices prenant en compte la problématique à cette échelle et à des objectifs pour optimiser les moyens mobilisés (humains et financiers) aux différentes échelles territoriales dans le bassin. Les actions proposées dans ce cadre

sont également en cohérence avec les démarches nationales et européennes de prise en compte des espèces exotiques envahissantes et des politiques publiques liées à la gestion de l'eau et de la biodiversité (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux, Directive cadre sur l'Eau, Schéma régional de Cohérence Écologique, etc.).

La stratégie de gestion des espèces exotiques envahissantes du bassin Loire-Bretagne a pour but de proposer un cadre coordonné de travail pour améliorer la prévention, la gestion et la sensibilisation aux espèces exotiques envahissantes dans le bassin. Ses objectifs déclinés en cinq volets thématiques s'appliquent à l'échelle du bassin par le biais de la coordination de bassin ainsi qu'aux régions et territoires où une animation locale est organisée ou reste à construire.

Mise en œuvre de la stratégie de bassin

La mise en œuvre de la stratégie de bassin s'appuie sur la traduction opérationnelle de ces objectifs, sous forme d'un ensemble de 24 actions. La réalisation des actions repose sur l'animation de bassin mais aussi, de manière importante, sur les projets et la dynamique du réseau d'acteurs dans le bassin Loire-Bretagne, pour être la plus efficace possible.



Page de garde de la stratégie de gestion de bassin, parue en 2015.



Les 22 actions décrites dans un programme d'actions sont réparties dans 5 catégories.

Liens avec les stratégies aux autres échelles

La rédaction de la stratégie de bassin s'est appuyée sur les éléments existants, tels que les orientations européennes concernant la gestion des espèces exotiques envahissantes et les stratégies déjà existantes au niveau territorial, afin de garantir la cohérence entre les actions mises en œuvre aux différentes échelles.

Depuis la parution de la stratégie de bassin, le règlement européen n° 1143/2014 et la stratégie nationale relative aux espèces exotiques envahissantes ont été publiés. Le groupe de travail ayant pris en compte les lignes directrices européennes lors de la rédaction de la stratégie et ayant contribué à l'élaboration de la stratégie nationale grâce à ses travaux, ces éléments sont en cohérence et complémentaires avec la stratégie de bassin.



Sortie de terrain en Brière (44) lors de la 17^{ème} réunion du groupe de travail IBMA.

Réalisation d'outils communs à l'échelle du bassin Loire-Bretagne

Le travail réalisé depuis 2002 a permis de constituer un groupe de travail reposant sur des coordinations territoriales et un réseau d'acteurs en lien avec la thématique des **invasions biologiques**. Plusieurs outils partagés ont ainsi été créés dont les principaux sont :

- un guide d'identification des principales plantes du bassin Loire-Bretagne, qui a été réalisé en 2010 et réédité en 2018. Cet outil a pour objectif de favoriser la remontée de données concernant les plantes exotiques envahissantes et est distribué lors des formations organisées à l'échelle territoriale ;
- un manuel de gestion des plantes aquatiques envahissant les milieux aquatiques et les berges du bassin Loire-Bretagne, réalisé en 2010 et refondu en 2018 ;
- un atlas des espèces exotiques envahissantes du bassin de la Loire – bilan des connaissances 2002-2014, qui permet d'avoir

une vision d'ensemble de la répartition des espèces à l'échelle du bassin malgré d'importantes lacunes dans la connaissance de la répartition des espèces faunistiques ;

- une fiche de relevé de terrain pour signaler une station de plante exotique envahissante ;
- une fiche de suivi de chantier, permettant de rédiger des fiches expérience de gestion qui sont diffusées ;
- une liste catégorisée des espèces exotiques envahissantes du bassin Loire-Bretagne ;
- deux modèles d'affiches présentant les principales plantes exotiques envahissantes du bassin et les gestes à avoir en cas de détention de plantes invasives dans les jardins ;
- une exposition en 11 panneaux sur les espèces exotiques envahissantes, qui est empruntable gratuitement auprès de la FCEN ;
- des plaquettes de présentation du groupe de travail de bassin et de ses actions.

L'ensemble de ces outils est disponible sur demande auprès de la FCEN et téléchargeable le site internet du Centre de Ressources Loire nature.

Ces outils partagés ont été conçus pour aider les acteurs impliqués dans la gestion des espèces exotiques envahissantes à concevoir, réaliser et communiquer sur leurs actions et sur cette thématique. Certains outils ont été déclinés localement, tandis que d'autres sont diffusés par les coordinations territoriales, comme les affiches. Dès leur conception, les outils sont pensés pour pouvoir profiter au plus grand nombre, à l'image de l'exposition qui est disponible au prêt mais également à la reproduction. 7 jeux (entiers ou partiels) ont ainsi été réalisés par des acteurs du bassin, démultipliant les possibilités d'emprunt de cet outil.



Affiches élaborées à destination des collectivités en 2014.





Partie 2 : la gestion de sites

Planifier la gestion

La gestion

Évaluation de la gestion

2 Planifier la gestion

Itinéraire de gestion : vue d'ensemble des différentes étapes de la gestion

La gestion des espèces exotiques envahissantes nécessite la prise en compte de leurs caractéristiques spécifiques (capacités à se disperser, modes de reproduction, etc.) mais aussi de celles des milieux colonisés ou potentiellement colonisables. Une connaissance approfondie de ces facteurs permet d'agir efficacement de manière préventive pour empêcher ou limiter les phénomènes d'envahissement, et de manière curative par des interventions de gestion adaptées. La prévention est préférable aux actions curatives comme les stratégies européenne et nationale le rappellent. Il est donc indispensable d'établir une **stratégie de gestion**.

Il est important de rappeler que les interventions devraient débuter aussi tôt que possible avant que les impacts prévisibles de ces espèces ne prennent une trop grande ampleur et qu'il devienne nécessaire de gérer un écosystème perturbé par une **invasion biologique**.

La planification d'une **action de gestion** doit comprendre l'ensemble des étapes allant de la réalisation d'un état des lieux à la conception du protocole de suivi post-intervention. Ces étapes sont abordées ici pour présenter une planification type de la gestion d'une espèce exotique envahissante et seront détaillées dans les chapitres suivants, avec la proposition d'outils pratiques. L'ensemble de la gestion curative se situe dans le cadre de la restauration écologique (HAURY *et al.*, 2010).

► État des lieux

La réalisation préalable d'un état des lieux est indispensable pour disposer d'informations standardisées sur la situation rencontrée. Il s'agit de rassembler des données détaillant les caractéristiques du site et de son fonctionnement, ses enjeux (biodiversité et usages humains) et les impacts du développement des espèces exotiques envahissantes en question.



Suite au signalement de la Crassule de Helms à Gétigné (44), sur un site à proximité de la Moine, un diagnostic de terrain a été effectué rapidement.



La Bernache du Canada affectionne les parcs. Sa gestion sur ces espaces doit cependant être adaptée à la fréquentation du site, qui entraîne un évitement des actions de tir au profit de la stérilisation des œufs, plus discrète.

L'état initial repose sur la compilation d'informations issues du terrain et de la bibliographie, mais aussi d'une **analyse systématique** d'écosystèmes comparables pour disposer d'une base commune d'analyse et d'échange entre les acteurs afin de proposer des choix de gestion adaptés à la situation.

► Planification de la gestion

À partir de l'état des lieux, les porteurs de projets devront faire le choix d'un **itinéraire de gestion** :

- identifier les objectifs de l'action ;
- intervenir directement sur l'espèce et/ou le milieu ;
- mettre en place une surveillance du secteur afin d'en suivre l'évolution ;
- évaluer ultérieurement l'efficacité des actions de gestion.

Quelle que soit la **stratégie de gestion** retenue, les objectifs de l'action doivent être clairement identifiés et partagés par les différents acteurs concernés, tout en sachant qu'il y a parfois des arbitrages à réaliser. Cette étape est indispensable pour évaluer les mesures mises en œuvre. Les objectifs à atteindre peuvent être variés et doivent être réalistes et cohérents avec l'état initial (stade d'invasion, enjeux présents sur le site, etc.).

► Suivi post-intervention

La mise en place d'une surveillance du site dès les premières étapes de la planification de la gestion sera un atout important pour l'évaluation ultérieure de l'efficacité de la gestion, avec le suivi de la zone d'intervention prévu avant et après l'intervention.

Le suivi est un aspect indispensable encore trop souvent négligé dans la planification de la gestion des espèces exotiques envahissantes. Ce suivi est très important, car il permet de :

- intervenir ponctuellement en cas de repousse de végétaux ou de réapparition de nouveaux individus, dans la continuité de l'**action de gestion** réalisée (entretien saisonnier ou annuel) ;
- vérifier que les objectifs de gestion sont atteints ;
- suivre le site et éventuellement permettre d'adapter les objectifs de gestion ou les modalités techniques des interventions en fonction des résultats de ce suivi et mieux comprendre son évolution.

Les modalités du suivi post-intervention et ses protocoles sont à prévoir dès la conception de la gestion. Des outils ont été conçus pour appuyer les gestionnaires afin de concevoir et réaliser ce suivi.

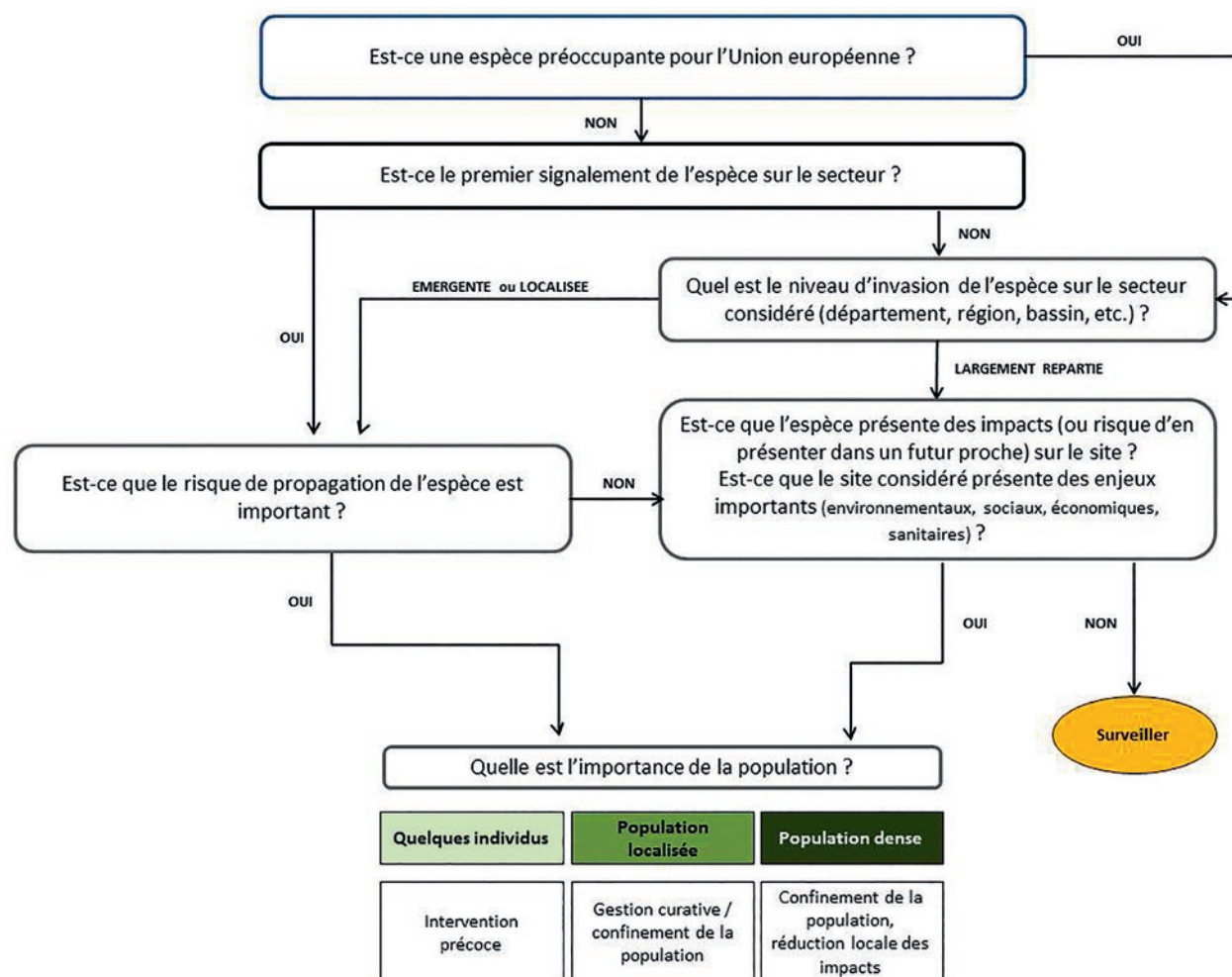
Valorisation des actions de gestion

La diffusion de **retours d'expériences** sur des **actions de gestion** effectivement réalisées répond à une demande très forte des

gestionnaires d'espèces exotiques envahissantes. Leur élaboration permet de valoriser toutes les informations recueillies par les gestionnaires, dont les actions et protocoles de suivi qui se seraient révélés efficaces ou non dans la situation donnée. Cela favorise également l'amélioration des connaissances. Il est indispensable de garder une trace écrite des différentes informations relatives au déroulement des interventions, au fur et à mesure de leur obtention, pour pouvoir en extraire une fiche de **retour d'expérience** complète (cf. chapitre page 106).

Les informations permettant d'évaluer le coût de la gestion sont indispensables et doivent comporter de manière distincte les dépenses liées à l'utilisation de matériel (engins mécaniques, filets de protection, etc.) de celles correspondant au personnel. Ces derniers comprennent l'implication des personnes depuis l'analyse de la situation et le montage de projets jusqu'aux interventions elles-mêmes, puis le temps dédié aux suivis post-intervention, même s'ils sont difficiles à estimer. Dans le cas de bénévolat, ou de mise à disposition de matériel et/ou de personnel, ces éléments doivent être également présentés dans la fiche, avec une évaluation financière (cf. chapitre page 64).

Arbre décisionnel permettant d'adapter la stratégie de gestion en fonction de l'espèce ciblée, des enjeux présents sur le site étudié et de l'importance de la colonisation.



Réaliser un état des lieux

Lorsqu'une espèce exotique envahissante est détectée, il est primordial de rassembler des informations standardisées sur la situation rencontrée afin de prendre des décisions les plus éclairées possibles quant aux actions à mettre en place et de les replacer dans un cadre standardisé permettant les comparaisons. En effet, chaque situation est spécifique, à la fois à cause de l'espèce rencontrée et du contexte dans lequel elle devra être gérée.

La réalisation d'un état des lieux doit se faire à une période adaptée aux relevés en fonction de l'espèce ciblée. Elle prend du temps et nécessite des réunions de concertation avec les acteurs et d'éventuels inventaires de terrain complémentaires. La concertation doit permettre de partager les informations rassemblées lors du diagnostic, pour établir les objectifs de gestion et évaluer les moyens humains et financiers adéquats pour réaliser les interventions.

Le recueil des données issues du terrain et de la bibliographie dans un même document, base commune d'analyse, contribue à une vision partagée de la situation à gérer et permet d'appuyer la prise de décision. Pour la pertinence de l'analyse, il est nécessaire de se référer au corpus de connaissances scientifiques sur, d'une part, le fonctionnement des écosystèmes et leur réaction à la perturbation qu'est une invasion biologique et, d'autre part, la biologie et l'écologie de l'espèce invasive. Dans l'idéal, il faudrait avoir une réalisation l'année précédant l'intervention et au minimum quelques mois auparavant pour bien intégrer le diagnostic au montage du projet.

► Rassembler des données bibliographiques

Avant d'envisager une intervention sur une espèce exotique envahissante, il est nécessaire de disposer du maximum de renseignements sur celle-ci. S'il n'est pas nécessaire de tout connaître sur une espèce pour décider d'agir, il est cependant fortement recommandé de prendre en compte les connaissances disponibles sur leur biologie et leur écologie, notamment :

- le cycle biologique de l'espèce, afin d'identifier la période d'intervention présageant d'une efficacité maximale (avant la montée en graine par exemple pour une plante ou lors d'une phase comportementale spécifique pour un animal) ;
- les principaux modes de reproduction et de **dispersion** de l'espèce, afin de prévoir des modalités techniques empêchant ou limitant le risque de propagation lors de sa gestion (par exemple installation de filet pour récolter les boutures flottantes, prise en compte de la capacité de **drageonnement**, etc.).

Quelques outils...

De nombreuses ressources existent afin de faciliter l'accès aux informations disponibles sur les espèces exotiques envahissantes et leur gestion, telles que :

- des fiches décrivant certaines espèces exotiques envahissantes, disponibles en ligne sur le Centre de Ressources Loire nature ;
- une base d'information sur les espèces exotiques présentes dans les milieux aquatiques : créée par le groupe de travail IBMA en 2015 et actualisée régulièrement, cette base permet d'avoir accès



De nombreuses espèces aquatiques, telles que les jussies, se fragmentent facilement et peuvent se propager sur de longues distances grâce au bouturage.

facilement et rapidement à tout un ensemble d'informations sur les espèces exotiques envahissantes (méthodes de gestion, **retours d'expérience**, description, etc.) www.gt-ibma.eu/base-dinformation-page-daccueil/ ;

- divers ouvrages proposent des fiches de reconnaissance et d'aide à la gestion : ceux-ci concernent principalement les plantes espèces exotiques envahissantes et peuvent correspondre à des contextes particuliers (bords de route, sites industriels, etc.). Plusieurs d'entre eux sont accessibles sur la base documentaire du Centre de Ressources Loire nature.

Si l'information recherchée n'est pas disponible via ces outils (nouvelle espèce introduite par exemple), il est possible de prendre contact avec les coordinateurs territoriaux ou des spécialistes (cf. *contacts page 152*).

► Rassembler des données de terrain pour alimenter une réflexion globale

L'une des premières étapes est de caractériser l'espèce ciblée mais aussi le milieu dans lequel elle se développe, afin de comprendre le fonctionnement de l'écosystème et les facteurs de risque. Il est également indispensable de s'assurer qu'il n'y a pas d'autres espèces exotiques envahissantes « en attente » susceptibles de proliférer suite à la gestion de l'espèce ciblée. Pour cela, plusieurs types d'informations sont à recueillir.

Décrire le milieu envahi ou susceptible de l'être

Le développement de l'espèce exotique envahissante identifiée est lié à l'écosystème considéré. La description du site doit donc comprendre (cf. *fiche en page 144*) :

- l'identification du type de milieu (eau courante, plan d'eau, forêt, etc.) et des peuplements faunistiques et floristiques qui le caractérisent ;
- la description précise des caractéristiques générales du milieu :
 - caractéristiques physiques : superficie, profondeur, topographie, hydrologie, pédologie, etc. ;
 - voies d'accès ;
- l'analyse de la connectivité du site en question avec d'autres milieux, en particulier si ceux-ci peuvent devenir des sources d'introduction ou d'accueil d'espèces exotiques envahissantes.

Les voies d'accès et la portance des sols sont particulièrement

importants pour d'éventuelles interventions d'engins mécaniques. Il faudra en tenir compte lors des choix de matériel en lien avec la méthode de gestion choisie.

Définir la nature et le stade de l'invasion

Les données concernant la(les) **population(s)** de(s) l'espèce(s) invasive(s) à gérer seront recherchées, notamment dans la littérature comme les guides (HUDIN *et al.*, 2018 ; BOUIN & HUREL, 2018), telles que :

- l'identification précise de l'espèce ciblée (taxonomie) et ses caractéristiques de nuisibilité ;
- l'identification des voies d'introduction (comment l'espèce est arrivée sur le site étudié) ;
- l'estimation de la superficie colonisée, la densité de la **population** et la vitesse de propagation de l'espèce ;
- l'identification des **biotopes** qu'elle est susceptible de coloniser sur le secteur considéré.

Pour rassembler ces informations, il est préconisé de réaliser des inventaires complémentaires de l'espèce autour de la population signalée afin de chercher d'autres populations qui pourraient servir de réservoirs au site à gérer. Il ne faut pas non plus hésiter à questionner les acteurs locaux qui ont souvent une autre appréhension de la situation que les agents de terrain.

Parmi les techniques d'inventaires, la cartographie par télédétection peut s'avérer très utile pour les milieux de grande taille ou d'accessibilité difficile.

Identifier les enjeux du site à gérer

Chaque site comprend des enjeux spécifiques à prendre en compte pour orienter les choix de gestion et éviter que les interventions présentent des impacts indésirables. Ces enjeux sont de deux catégories.

- Les enjeux écologiques et/ou réglementaires : si le site considéré comprend des espèces protégées ou des milieux sensibles ou à préserver, ces informations doivent apparaître dans l'état des lieux afin d'accroître le niveau de précaution à prévoir pour l'intervention de manière à minimiser l'impact et organiser les démarches administratives (demande de dérogation au statut d'espèce protégée par exemple).
- Les enjeux socio-économiques : il s'agit ici de décrire les usages présents sur le site afin de prendre en compte les effets (positifs ou négatifs) que pourront avoir sur eux les actions envisagées. Ces enjeux peuvent être récréatifs (randonnée, baignade, chasse, pêche, etc.), économiques (étang piscicole, production d'énergie, etc.) ou sanitaires (captage d'eau potable, risque allergique, transmission de maladie, etc.).

Le choix précis des interventions de gestion du site, selon un diagnostic partagé, sera d'autant plus accepté par les acteurs que l'analyse des enjeux et leur hiérarchisation seront pertinentes.

Décrire les impacts

Une espèce exotique est reconnue envahissante lorsqu'elle présente des impacts négatifs sur la biodiversité, l'économie ou la

santé (MULLER, 2017). Il est de ce fait indispensable de décrire et de tenter de quantifier les problèmes causés par l'espèce ciblée et leur importance. Par ailleurs, évaluer la résilience du milieu, c'est-à-dire la capacité du milieu à revenir à son état naturel avant la colonisation, est nécessaire pour savoir si les impacts vont perdurer après le retrait de l'espèce exotique envahissante (en cas de non-résilience). À partir des données rassemblées à cette étape et des enjeux identifiés sur le site, des objectifs de gestion cohérents avec la situation décrite pourront être proposés.

De façon plus générale, une **analyse systémique** comparant l'écosystème envahi avec témoin non envahi par l'espèce invasive sera nécessaire, en se plaçant dans les cadres théoriques de l'écologie des perturbations et de la restauration écologique.



Décrire l'ensemble des usages et des enjeux d'un site est incontournable dans l'établissement de l'état des lieux, afin de décrire les impacts observés et d'adapter la stratégie de gestion, certaines activités pouvant favoriser la dispersion de l'espèce invasive ciblée.

Quelques outils...

Afin de faciliter la réalisation des inventaires, plusieurs outils ont été développés par l'animation de bassin et les coordinations territoriales, tels que :

- des guides d'identification des espèces exotiques envahissantes, comme ceux sur les principales espèces exotiques envahissantes du bassin Loire-Bretagne, végétales (HUDIN *et al.*, 2018) ou animales (BOUIN & HUREL, 2018) ;
- des fiches de signalement mutualisées synthétisant les informations pour décrire avec précision la **population** détectée et son milieu ;
- un atlas des espèces exotiques envahissantes du bassin de la Loire (HOLLIDAY *et al.*, 2017) et des cartographies réalisées à différentes échelles.



De nombreux outils ont été développés aux échelles bassin et locales pour appuyer les porteurs de projets d'opération de gestion sur les espèces exotiques envahissantes.

Réaliser des cartographies sur les espèces exotiques envahissantes

Face à l'augmentation du nombre d'espèces à prendre en considération et des superficies envahies, il devient nécessaire d'établir des priorités d'action, telles que limiter la propagation des espèces déjà largement implantées sur le bassin Loire-Bretagne et identifier les zones à forts enjeux patrimoniaux afin d'y éviter l'installation et le maintien d'espèces invasives. À cette fin, la réalisation de cartes s'avère incontournable, si elles sont construites précautionneusement et utilisées de manière raisonnée.

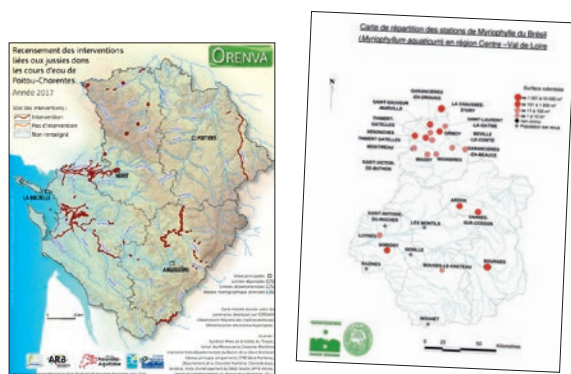
Des cartes construites en fonction du public ciblé

L'utilisation des documents cartographiques peut être différente selon l'échelle géographique et le public concerné.

Les cartes destinées à la communication

Ces cartes chercheront à intégrer principalement les notions de « présence-absence » et de connectivité des populations rencontrées. Elles ont pour objectif de présenter une vue d'ensemble de la colonisation d'une ou plusieurs espèces et sont en général réalisées à petites échelles (bassin, région ou département).

À l'échelle d'analyse la plus fonctionnelle, celle des bassins versants, il convient d'assurer la cohérence des cartographies obtenues avec les actions réalisées. Des cartes dynamiques présentant régulièrement les évolutions de la répartition des espèces exotiques envahissantes sont un moyen efficace de communication, soit pour évaluer les **dispersions** et les nouvelles colonisations, soit pour apprécier l'efficacité de la gestion.



De nombreuses coordinations réalisent des cartes à partir des données issues des inventaires de terrain et de signalements.

Les cartes destinées aux techniciens

En complément des informations représentées sur les cartes de « communication », certains documents cartographiques peuvent présenter des informations complémentaires sur la densité des **populations**. Ces documents, pouvant être déclinés par bassin

versant, seront plus spécifiquement destinés aux collectivités chargées de la mise en œuvre de la gestion. Ces cartes seront réalisées par les porteurs de projet à partir des informations rassemblées dans l'état des lieux et qui leur permettront de synthétiser la présence de l'espèce ciblée et des enjeux présents sur le site étudié (cf. page 52).

Ces cartes doivent être articulées avec d'autres cartes existant sur le territoire : aménagements, occupations du sol, etc. Il paraît indispensable d'intégrer ainsi la gestion des **invasions biologiques** dans la gestion globale du territoire concerné.

Réaliser des cartes sur les espèces exotiques envahissantes

La réalisation d'une carte doit répondre à une question ou un besoin précis. En fonction de ce qui est recherché, le rendu visuel pourra être différent. Les documents cartographiques peuvent donc avoir plusieurs utilisations :

- identifier les fronts de colonisation ou des secteurs d'intervention prioritaires en croisant la répartition connue de l'espèce avec d'autres informations (espaces protégés, à enjeux, etc.) ;
- contribuer à la hiérarchisation des espèces exotiques envahissantes, en orientant par exemple les interventions sur les espèces émergentes et encore peu présentes sur le secteur considéré ;
- suivre l'évolution de la répartition sur plusieurs années, ce qui permet d'évaluer les dynamiques de colonisation, mais également l'efficacité des **actions de gestion**.

Il faut par ailleurs signaler que des cartes de milieux potentiellement colonisables seraient très utiles pour anticiper les problèmes de gestion et prévoir les milieux à surveiller prioritairement.

Dans les coordinations territoriales

De nombreuses cartes de suivi de la répartition de plantes exotiques envahissantes sont réalisées par les coordinations territoriales. Ces cartes s'appuient sur des suivis annuels ou pluriannuels et sont mises à la disposition des membres des coordinations et du public *via* Internet.

Par exemple, l'ORENVA réalise chaque année des cartes des prospections de l'année n-1 pour toutes les plantes aquatiques exotiques envahissantes suivies par les opérateurs de terrain sur le linéaire de cours d'eau de l'ex-région Poitou-Charentes. Matérialisant l'effort de veille par ces opérateurs de terrain, ces cartes localisent les espèces contactées, mais également les secteurs non prospectés, ce qui représente une information aussi importante que le recensement des linéaires colonisés. Disposer de ce type d'information permet d'affiner le degré de certitude de présence/absence d'une espèce sur une zone prospectée, par rapport à un secteur non prospecté.

Sur la plupart des cartes de répartition d'espèces exotiques envahissantes, l'absence de signalement ne signifie pas forcément qu'une espèce n'est pas présente (cf. *exhaustivité du recueil de données et de la répartition*). Il faut donc être très vigilant dans la rédaction de la légende de ces cartes, au titre qui leur est donné et à leur lecture.

À l'échelle du bassin

Bilan des connaissances disponibles sur la répartition des espèces exotiques envahissantes du bassin de la Loire sur la période 2002-2014, un atlas a été réalisé en 2016 (HOLLIDAY, 2017). Ce document a vocation d'informer les gestionnaires des milieux naturels, les élus et les décideurs des politiques publiques, sur la répartition des espèces exotiques envahissantes dans le bassin de la Loire, sans référence aux limites des territoires techniques et/ou administratifs.

Il vise également à identifier les lacunes de connaissances pour la gestion opérationnelle des espèces exotiques envahissantes. En effet, en lien avec la **stratégie de gestion** du bassin, l'atlas permet de cibler des espèces et des territoires pour améliorer l'efficacité des efforts et moyens mis en œuvre pour gérer les espèces invasives (HUDIN *et al.*, 2014).



L'atlas publié en 2017 présente un bilan des connaissances disponibles sur la répartition des espèces exotiques envahissantes sur le bassin de la Loire pour la période 2002-2014.

Choix des échelles des cartes

Lors de la conception d'une carte, il est nécessaire de choisir une échelle de représentation adaptée (région, département, commune, site en gestion, etc.) aux données à représenter (communale, point GPS, linéaire de cours d'eau). D'une manière générale, plus l'échelle de la carte sera petite et moins la représentation de la donnée pourra être précise. Le besoin de précision croît d'autant plus que le territoire considéré sera finement localisé géographiquement (commune, site, etc.). Le choix de l'échelle de représentation peut également être influencé par la disponibilité des données à cette échelle :

par exemple les données communales sont en général plus facilement accessibles que les points GPS.

Bases de données accessibles

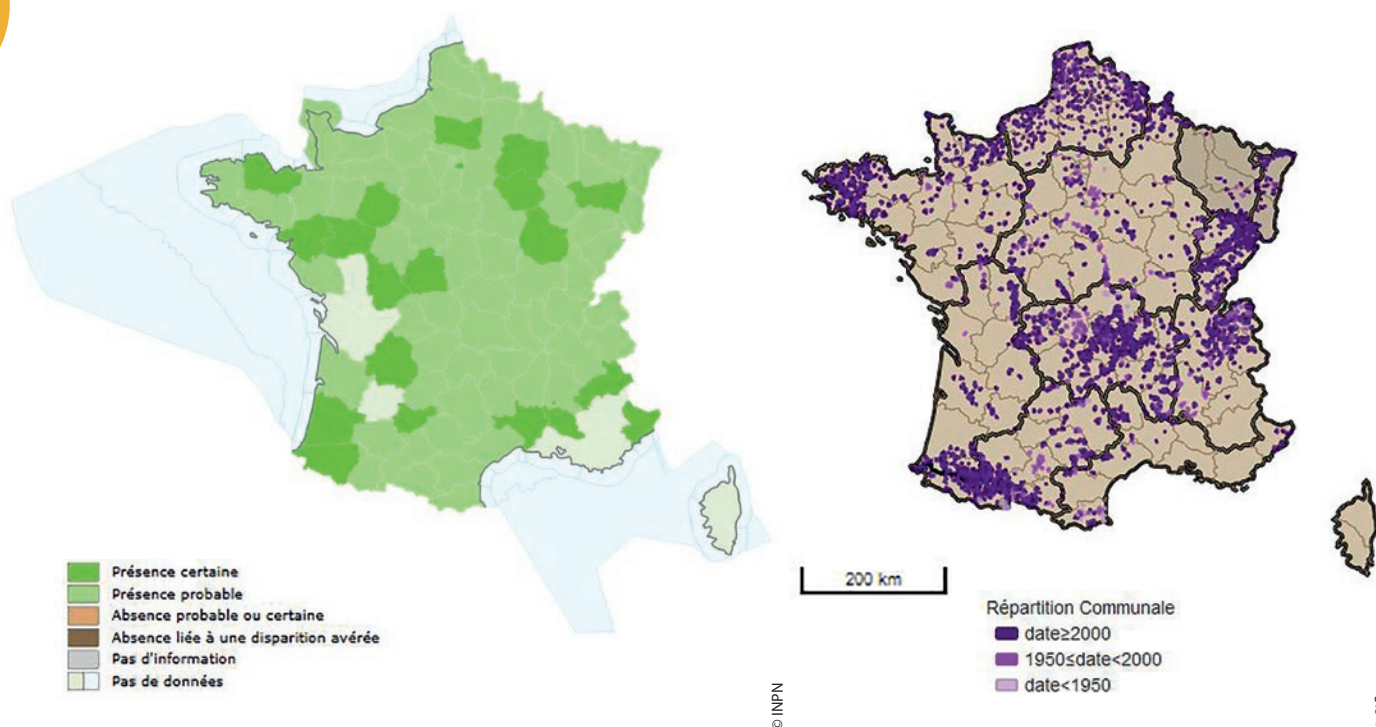
Diverses bases de données peuvent contenir des informations sur la répartition des espèces exotiques envahissantes. Des bases de données nationales centralisent des données en provenance d'autres bases issues d'échelles plus locales (régionale, départementale, etc.), telles que les bases de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN, gérées par le MNHN), qui centralise les données de plusieurs organismes détenteurs de données sur la faune (AFB, ONCFS, SHF, etc.) et sur la flore. Ces données sont issues d'inventaires généraux ou ciblés, d'herbiers, de publications, de suivis, d'études, du réseau d'observateurs, d'observations ponctuelles, etc. Pour la flore, l'AFB (ex-FCBN) rassemble les données des Conservatoires botaniques nationaux qui font l'objet d'une mise au format standard national du Système d'Information sur la Nature et les Paysages (SINP) et d'une validation scientifique et technique.

La plupart des données rassemblées dans ces bases sont accessibles *via* des plateformes en ligne. De nombreux détenteurs de données existent également au niveau local, pour qui la mutualisation des données avec les bases nationales constitue un enjeu important. En effet, l'exhaustivité des données obtenues sur les plateformes en ligne dépend directement de leur transmission par les détenteurs locaux.

La mutualisation des données, un axe d'amélioration à l'échelle du bassin

Une enquête sur les détenteurs de données, réalisée en 2017 (VARRAY *et al.*, 2018), a montré que de nombreux détenteurs de données existent sur le bassin à différents échelons (bassins versants, départements, communes), mais que 32 % des données détenues n'étaient pas mutualisées avec des bases de données régionales ou nationales. Les principaux freins à cette mutualisation sont le manque de temps et le format non standardisé de ces données.

La mutualisation de l'ensemble des données acquises s'avère importante, car elle permet de mieux contribuer au corpus de connaissances disponibles sur la répartition des espèces et les chantiers réalisés. Ces connaissances doivent permettre d'adapter les objectifs de gestion en fonction du stade d'invasion et de la réussite des interventions réalisées. Ainsi, les données issues d'inventaires complémentaires ou de suivis post-interventions (cf. *chapitres dédiés*) devraient également être mutualisées dans toute la mesure du possible afin de faciliter l'accès à des connaissances les plus précises possibles.



Exemples de cartes disponibles en ligne sur la présence connue de la Balsamine de l'Himalaya en France (*Impatiens glandulifera*).

► Vers une lecture éclairée des cartes

En fonction des données utilisées pour réaliser un document cartographique, plusieurs biais peuvent être rencontrés lors de l'élaboration de la carte et donc en réduire l'efficacité en tant que document d'aide à la gestion.

Exhaustivité de la répartition

La répartition de certaines espèces peut être sous-évaluée pour plusieurs raisons :

- **le biais observateur** : les espèces peuvent être sous-prospectées en raison de leur discrétion (taille des individus, comportement, types de **biotopes** colonisés) ou confondues avec une autre espèce en raison des difficultés d'identification. L'observateur naturaliste peut aussi être tenté de relever plus systématiquement les espèces remarquables plutôt que les espèces communes, dont certaines espèces exotiques envahissantes font partie (par exemple les Vergerettes).
- **une pression insuffisante d'échantillonnage** : par manque de temps et de moyens dédiés aux efforts de prospections ou en raison de la discrétion de certaines espèces, il est possible que leur répartition soit sous-évaluée. Les inventaires ont le plus souvent lieu sur des sites remarquables ou gérés alors que les espèces exotiques envahissantes végétales s'implantent dans tous les types de milieux, voire préférentiellement dans ceux perturbés. La précision de la donnée n'est alors pas forcément homogène sur l'ensemble du territoire étudié.
- **le déplacement des animaux** : étant donné les déplacements possibles sur de longues distances de certaines espèces

animales, les cartes peuvent mal évaluer les superficies occupées, les modalités temporelles d'occupation ou la densité des **populations** sur le territoire considéré (notamment lorsqu'elles s'appuient sur des relevés de type présence-absence). Le risque de sous-estimation de la répartition réelle de l'espèce peut alors devenir important.

- **les données non centralisées** : parmi les nombreux détenteurs de données sur le bassin, une partie seulement transmet ses données vers les organismes nationaux consultés pour l'atlas. Les données non centralisées n'ont par conséquent pas pu être prises en compte pour la réalisation de cet atlas et auraient peut-être pu améliorer les connaissances sur d'autres parties du territoire.

Modalités du recueil de données

En fonction des moyens alloués et de l'étendue des territoires concernés, le recueil des données peut s'effectuer par parcours aléatoire ou prédéfini en fonction de l'hétérogénéité du terrain en se focalisant sur les espaces à risques (par exemple les infrastructures routières pour les renouées) ou en notant la présence-absence sur le territoire, par enquête auprès des acteurs de terrain, par analyse de documents aériens (images satellitaires, images radiométriques multispectrales ; BOTTNER & NOËL, 2014)

Le rendu peut être réalisé sur mailles prédécoupées ou sur entités administratives comme la commune (en présence-absence ou en abondance des **populations** – voir par exemple MATRAT *et al.*, 2012 a ; HAURY *et al.*, 2012 pour les abondances des herbiers de Jussie), ou à d'autres échelles en fonction des

milieux (depuis l'étang ou la parcelle jusqu'au bassin versant ou au bassin Loire-Bretagne). Une des difficultés rémanentes est de comparer les distributions connues par rapport aux surfaces d'habitats favorables (ce qui a été réalisé en Brière dans le cadre du Pacte Jussie – Damien et Proucelle, données non publiées).

Exhaustivité du recueil de données

Pour la flore, il est possible d'évaluer un biais lié au manque de connaissances dans certains secteurs, en calculant le taux d'exhaustivité (ratio entre la richesse observée et la richesse maximale attendue). Plusieurs méthodes existent pour ce faire. Par exemple, celle retenue dans le cadre de l'atlas réalisé à l'échelle du bassin (HOLLIDAY, 2017) s'appuie sur la relation existante entre l'effort d'échantillonnage et la richesse spécifique (VALLET *et al.* 2012). Cette méthode a montré qu'une large partie du bassin de la Loire présentait une exhaustivité moyenne de la connaissance de la flore exotique envahissante. C'est-à-dire que sur la plupart des mailles, on estime qu'il manque 10 à 25 % des espèces effectivement présentes dans les données recueillies. Enfin, la présence sur maille est assez imprécise, car non reliée à l'importance des habitats favorables (humides) dans la maille. Pour la faune, les données sont moins centralisées que pour la flore. Les données de nombreuses structures locales réalisant régulièrement des inventaires n'ont pas pu être prises en compte, faute de mutualisation à l'échelle nationale.

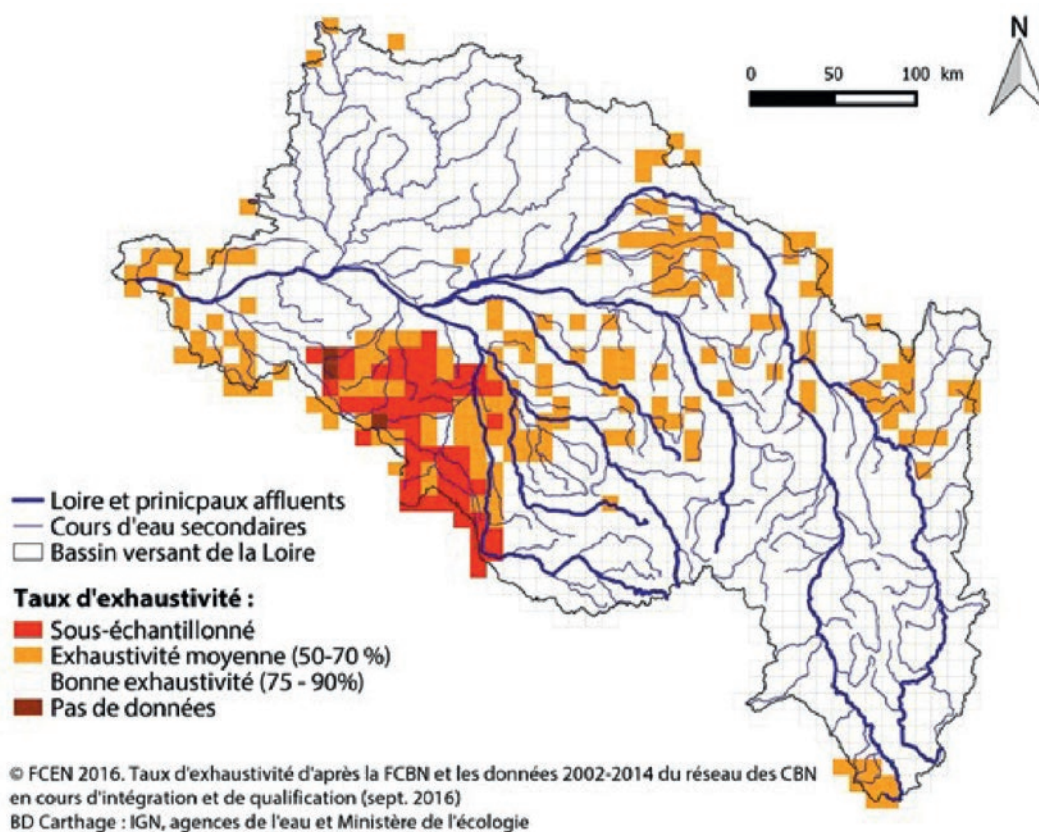
Surreprésentation des données

La lecture des cartes peut engendrer une surreprésentation des données par rapport à la présence réelle de l'espèce. Certaines données de vertébrés peuvent par exemple résulter de campagnes de tirs. De ce fait, certains points de « contact » correspondent à un individu retiré du milieu. Ce biais montre l'importance de connaître avec précision l'origine et le type de données représentées sur une carte.

Par ailleurs, si les cartes sont réalisées en intégrant des données sur plusieurs années, certaines espèces exotiques envahissantes pourraient être en régression et ne plus être présentes sur certains secteurs identifiés.

Exhaustivité des listes d'espèces

Dans le cadre de la réalisation de l'atlas de bassin (HOLLIDAY, 2017), un choix restrictif d'espèces à intégrer dans l'ouvrage a été réalisé avec l'aide du comité de pilotage. Parmi les groupes étudiés, des espèces n'ont pas été considérées comme envahissantes en raison du manque de connaissances à leur sujet, comme certains poissons exotiques. D'autres, au contraire, pourraient ne plus être estimées comme telles à l'avenir. Le choix des espèces est amené à évoluer, au regard des nouvelles connaissances acquises, de l'évolution des listes réglementaires, des dynamiques et des impacts connus des espèces exotiques envahissantes.



Les données issues des inventaires réalisés par les CBN ont permis de mettre en évidence des zones sous-échantillonnées, qui sont à prendre en compte dans la lecture des cartes de l'atlas concernant la flore.

Établir une stratégie de gestion

L'établissement d'une **stratégie de gestion**, quelle qu'elle soit, doit se réaliser dans un cadre qui en précisera les limites, d'où la nécessité qu'elle puisse s'appuyer sur un état des lieux le plus complet possible du territoire dans lequel elle devra se mettre en place. Toutes les stratégies locales de gestion des espèces exotiques envahissantes qui seront mises en place devront évidemment tenir compte des actuelles stratégies européenne et nationale.

L'élaboration de cette stratégie se construit selon une succession de démarches, de réflexions et d'analyses, portant sur l'évaluation des enjeux et des risques ainsi que la définition d'objectifs de gestion socio-économiquement supportables. Ces réflexions aboutiront à un plan d'action, qui sera régulièrement évalué afin de l'ajuster aux résultats obtenus, mais aussi à l'évolution des écosystèmes colonisés.

Aussi, une des prises de conscience qu'il semble nécessaire de faire partager à tous les acteurs engagés dans la gestion des espèces exotiques envahissantes est bien une grande prudence dans les actions, couplée à un contrôle continu des résultats obtenus et l'insertion nécessaire dans des réseaux d'acteurs mutualisant leurs expériences.

► Évaluation des enjeux et des risques

Les usages des territoires concernés par des besoins de gestion sont dans la plupart des cas multiples. Ils peuvent être de caractère « vivrier » pour l'Homme (agriculture, urbanisation, réseaux de transports, etc.), de loisir ou encore « éthique » (politiques de protection d'habitats, de communautés ou d'espèces).

Évaluer les enjeux

Si une **stratégie de gestion** d'une ou plusieurs espèces exotiques envahissantes est envisagée sur un territoire particulier, c'est que les impacts observés ou pressentis liés à cette (ces) espèce(s) sont jugés suffisamment importants et dommageables, pour justifier une intervention. Le bilan de ces impacts pourra s'appuyer sur l'ensemble des connaissances acquises lors de l'état initial (*cf. chapitre page 52*).

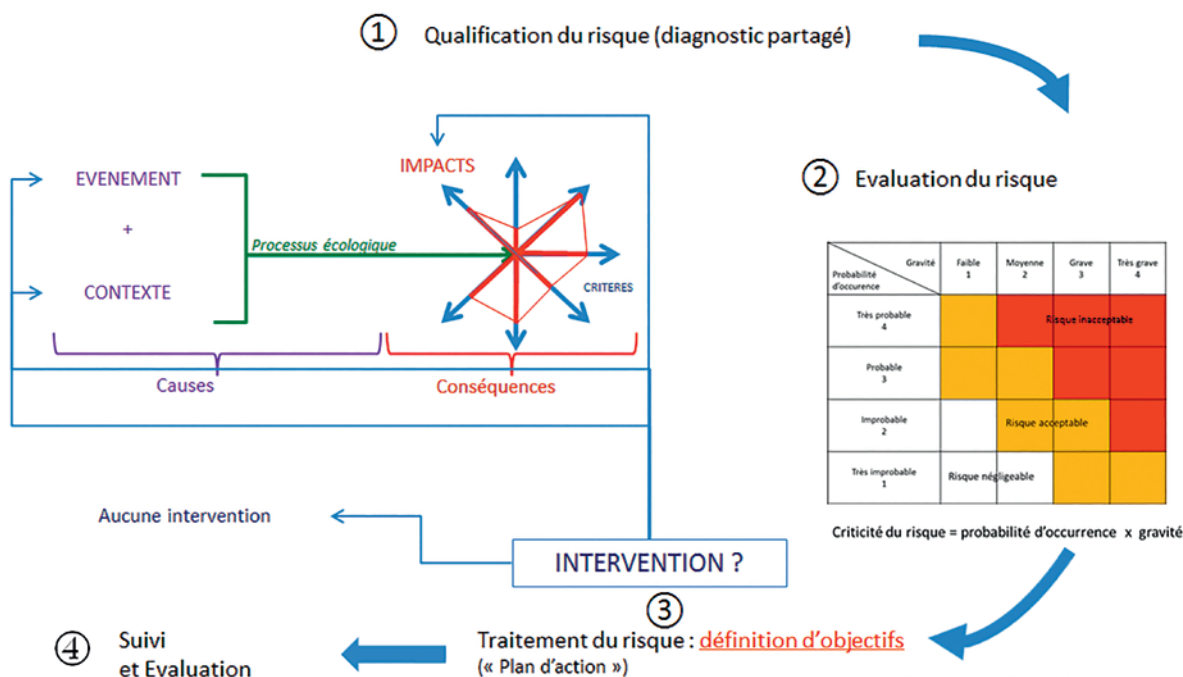
Évaluer les risques

Pour produire une évaluation correcte des risques, l'état des lieux préalable sera indispensable et les connaissances sur la ou les espèces exotiques envahissantes concernées devront être ré-analysées dans le cadre contextuel en question.

Cette évaluation des risques devra intégrer l'ensemble des impacts observés ou envisagés, c'est-à-dire les conséquences identifiables de la présence des espèces exotiques envahissantes. Elle devra également interroger les causes et les facteurs (probables ou connus) ayant ou pouvant favoriser la dynamique invasive. Ces risques peuvent être de plusieurs natures et concerner les différents types d'usages, provoquant des dommages économiques, écologiques, etc. Il convient donc dans un premier temps de qualifier le plus précisément les risques au regard de l'évènement de colonisation, le contexte dans lequel cette dernière se produit et ses impacts (*cf. schéma*). Par ailleurs, l'évaluation des risques ne doit pas se limiter à l'espèce invasive, mais aussi prendre en considération les risques et impacts des différents modes d'intervention possibles.



La Bernache du Canada peut former des populations denses sur les pelouses de parcs ou les terrains de golf, entraînant des coûts d'entretien qui n'ont pas encore été chiffrés.



L'évènement : il s'agit de l'arrivée de l'espèce, sa **dispersion** dans le territoire, ses capacités de colonisation et la dynamique spatiale (occupation totale ou partielle des **biotopes** favorables) et temporelle de cette colonisation. Le corpus d'informations déjà disponibles sur l'espèce en question sera donc d'une grande utilité dans les choix ultérieurs.

Le contexte : il fait référence aux caractéristiques du territoire dans lequel l'espèce est présente (ou est susceptible d'arriver) et en particulier à l'identification des facteurs (environnementaux, naturels ou anthropiques) favorisant et limitant l'expression des caractères invasifs du taxon. Rappelons que bien que peu d'études ont été réalisées à ce jour sur les relations entre les niveaux de résistance et de **résilience** des milieux et les **invasions biologiques**, il est généralement admis qu'un milieu perturbé (naturellement ou le plus souvent de manière anthropique) serait potentiellement plus vulnérable aux **invasions biologiques** (HAURY *et al.*, 2010). Cela est notamment lié aux capacités colonisatrices souvent très développées chez les espèces dites envahissantes et aux dommages au fonctionnement « équilibré » de l'écosystème soumis à la perturbation.

Les impacts : dommages aux communautés vivantes et/ou aux usages du territoire, ils ont déjà fait partie des bases de la réflexion contextuelle devant mener à la stratégie d'action. Il s'agit d'évaluer quantitativement les impacts en termes de perte. Ces évaluations ne sont pas réalisables avec les mêmes conditions de précision : par exemple, les évaluations des coûts évités par les interventions sont très peu avancées, de même que l'évaluation économique des dommages dus aux interventions. Les incertitudes qui en découlent doivent être prises en compte dans la construction du plan d'action et entraîner des réévaluations régulières des objectifs et des modalités d'intervention. Il est important que l'appréciation des impacts soit partagée par les acteurs pour aboutir à une acceptation sociale des interventions mises en œuvre.

Utiliser ces évaluations ?

L'évaluation des enjeux et des risques est généralement peu quantifiable, en raison du manque actuel de connaissances et de références dans ce domaine. Toutefois, il est possible de réaliser des évaluations de manière semi-quantitative, en appréciant par exemple les enjeux de « mineur » à « extrêmement important » ou de la criticité des risques « acceptable » à « inacceptable ». Cette approche permet de faciliter les échanges entre les parties prenantes du projet de gestion ainsi que les comparaisons avec d'autres contextes pour lesquels des informations sont disponibles.

Définition des objectifs de gestion

Définir des objectifs

Pendant de nombreuses années et encore à ce jour, l'objectif unique de la gestion des espèces exotiques envahissantes était l'éradication, quel que soit le milieu et le stade d'invasion. Cet objectif est cependant rarement atteignable, à l'exception de certains cas où de faibles surfaces sont colonisées et peuvent être gérées. Il est donc nécessaire d'élaborer des objectifs réalistes et atteignables à partir des enjeux existants sur le territoire et les risques évalués.

Dans la plupart des cas, les objectifs de la gestion sont de :

- maintenir le territoire dans son état, lorsqu'il s'agit d'espèces dites « émergentes » dont les risques sont connus ;
- revenir à un état proche de celui existant avant la colonisation par une espèce largement dispersée ;
- définir de nouvelles modalités de gestion intégrant la présence durable de l'espèce lorsque celle-ci est très largement répandue (par exemple, apprendre à vivre avec la *Jussie* dans les *Barthes de l'Adour*).

La définition des objectifs et la construction du plan d'action sont intimement liées, notamment pour engager un plan d'action pragmatique et évolutif. Les faisabilités techniques et réglementaires concernant l'espèce et le territoire sont les principaux éléments à prendre en compte à ce stade, la dimension économique ne devant intervenir qu'en fin de réflexion et d'analyse, au moment de choisir le mode d'intervention.

S'appuyer sur des retours d'expériences

Une aide à l'élaboration des objectifs de gestion dans le contexte considéré pourra également être recherchée en se référant aux **retours d'expérience** sur les mêmes espèces exotiques envahissantes. Il convient toutefois de n'utiliser que les acquis transposables en les re-situant dans le contexte à gérer (SARAT *et al.*, 2015 a).

Anticiper l'évolution des objectifs

Quels que soient les objectifs stratégiques définis dans le cadre du projet, ils devront faire l'objet d'une réévaluation à la suite de l'analyse des résultats des interventions. Ces résultats pourront ainsi amener à maintenir ces objectifs ou à les adapter à l'évolution de la situation à gérer.

► Définition d'un plan d'action

Construit à partir des informations préalablement rassemblées et en fonction des objectifs choisis, le plan d'action est l'interface entre l'analyse de la situation et les interventions concrètes à mettre en œuvre.

L'élaboration de pistes d'actions doit comporter des réponses prioritaires vis-à-vis des risques majeurs identifiés par rapport à l'espèce ciblée. Elle peut également traiter des risques moins critiques nécessitant peu d'efforts (une action peut répondre à plusieurs risques en même temps) et également tenter d'agir sur les facteurs naturels ou anthropiques favorisant la **dispersion** et la colonisation de l'espèce. Les pistes d'actions sont identifiées de manière à répondre aux objectifs précédemment identifiés.

Favoriser une approche globale et systémique dans les choix de gestion

Nous proposons ici quelques pistes méthodologiques visant à identifier des orientations de gestion pour répondre aux objectifs retenus. Seule une approche globale intégrant les divers paramètres connus au moment de l'exercice permet d'établir un plan d'action avec tout le discernement nécessaire. Afin de définir les choix techniques, il semble nécessaire de réinterroger les quatre composantes d'une invasion (l'évènement, le contexte, les impacts, le cadre réglementaire), permettant notamment de développer une approche systémique.

Il s'agit d'examiner les aspects réglementaires liés aux trois autres éléments : l'espèce est-elle ou non réglementée, le milieu fait-il l'objet de restrictions ou précautions d'intervention, les techniques envisagées sont-elles ou non autorisées par la réglementation ?

Agir sur l'arrivée ou la dispersion de l'espèce : les risques d'implantations et/ou de **dispersion** de l'espèce dépendent d'une part des caractéristiques biologiques et écologiques de l'espèce et d'autre

► La Léopardelle penchée, une espèce émergente et résiliente.

Découverte en septembre 2002 sur un seul site lors d'une prospection de terrain sur des sables exondés dans le lit mineur de la Loire, au niveau du Bras de Souzay à Souzay-Champigny (49), la Léopardelle penchée (*Saururus cernuus*) a fait l'objet dès l'année suivante d'une intervention destinée à l'éradiquer. Cette espèce héliophyte originaire d'Amérique du Nord de la famille des Saururaceae présente de grandes inflorescences blanches et odorantes expliquant son intérêt horticole et sa **dispersion** hors de son aire d'origine.

Les inventaires systématiques réalisés aux alentours de la station colonisée n'ayant pas permis de trouver de nouvelles **populations**, une intervention destinée à faire disparaître totalement le peuplement monospécifique d'environ 70 m² déjà installé a donc été réalisée en novembre 2003. Plantes et sédiments ont été extraits sur une profondeur de 1,5 m à 2 m sur une emprise beaucoup plus importante que la zone colonisée. Une intervention manuelle destinée à récupérer les fragments de plantes subsistants a suivi et les 60 m³ de produits extraits ont été exportés et stockés dans une carrière sèche proche.

Au printemps 2004, aucun rejet de Léopardelle penchée n'était visible à la fois sur le site et parmi les déchets déposés en carrière. Les suivis annuels ultérieurs, réalisés en septembre, ont toutefois permis d'observer, et d'extraire manuellement, des repousses de quelques pieds isolés de l'espèce en 2005, 2009, 2013 et 2014.

Ainsi, malgré des moyens d'intervention adaptés au contexte local, l'éradication n'a pu être atteinte immédiatement et les réapparitions successives de la plante dans ce site obligent à maintenir la vigilance.



Arrachage manuel de pieds isolés de Léopardelle penchée en 2014 (49).

part de l'identification des vecteurs de propagation associés aux caractéristiques du milieu et de ses fonctionnalités. Les vecteurs de propagation représentent l'interface entre les caractéristiques de la plante et les facteurs environnementaux (y compris anthropiques) favorables aux stratégies de **dispersion** de l'espèce (usages, connexions écologiques, etc.) (cf. encart sur la *Crassule de Helms*).

Agir sur la résilience du milieu : de meilleures prises en compte de l'état du milieu et d'identification des facteurs favorables et défavorables à l'espèce (ou au « cortège d'espèces ») invasives pourraient permettre de s'orienter vers des actions dites « structurantes » pour le milieu, visant à améliorer son niveau de **résilience**. Ces actions peuvent être de nature à favoriser certaines espèces indigènes en concurrence avec les espèces exotiques envahissantes, ou à faire évoluer les caractéristiques physico-chimiques du milieu (hydro-morphologie, qualité de l'eau ou du substrat, niveau trophique, barrières physiques, etc.). La mise en œuvre de ces actions « structurantes » pour le milieu peut se faire dans le cadre de travaux spécifiques de restauration ou bien être intégrée dans la gestion globale du territoire (évolution des pratiques agricole et/ou de gestion de l'espace naturel, etc.).

Agir sur les conséquences : agir sur les impacts est généralement la première réaction pour gérer le problème rencontré et cela motive très souvent les demandes d'intervention. Les techniques développées dans ce cadre sont à titre d'exemple la moisson pour les espèces végétales et le piégeage pour les espèces animales. L'objectif vise alors à diminuer la biomasse ou le nombre d'individus. Ces mesures sont par définition récurrentes car elles n'agissent pas la plupart du temps sur les causes des phénomènes d'invasion. Elles peuvent d'autre part, si elles ne sont pas confortées par des mesures « structurantes », conduire à un certain épuisement des intervenants et des financeurs (pertes de motivation, perception plus ou moins fondée de l'inefficacité de la gestion, etc.). Elles peuvent également avoir un effet contraire, avec par exemple des rajeunissements de populations d'écrevisses invasives qui échappent alors au piégeage, ou au changement de comportement de l'Ibis sacré (*Threskionis aethiopicus*), dont les colonies se dispersent et les individus deviennent plus farouches suite aux tirs de régulation. Lorsque l'éradication n'est pas envisageable techniquement et/ou financièrement, ce qui correspond à la majeure partie des cas, les stratégies doivent s'orienter vers le « faire avec » en tentant d'agir non pas sur la présence de l'espèce mais sur les facteurs permettant l'expression de son caractère invasif. Les stratégies de gestion relatives aux **invasions biologiques** devraient donc permettre, dans la mesure du possible, de jouer sur la complémentarité des approches en combinant des actions dites « récurrentes » (l'entretien » des aménageurs) et des actions plus « structurantes » comme la restauration.

Les choix techniques d'intervention : il s'agit de déterminer les possibilités d'actions directes ou indirectes sur la présence, l'abondance, la répartition et/ou la dynamique de l'espèce exotique envahissante dans le territoire considéré. Des choix successifs

parmi les possibilités techniques devront être réalisés pour retenir au final les techniques appropriées au contexte étudié, mais aussi d'emblée au cadre réglementaire. Quelle que soit la procédure de gestion qui sera mise en place, le devenir des sous-produits ou des déchets des interventions devra être prévu et organisé en amont de celles-ci, à l'instar des suivis après chantier. Il faudra ensuite vérifier la compatibilité de ces choix avec les disponibilités financières, ce qui pourra conduire à une nouvelle analyse.

► Réflexion sur la gestion de la Crassule de Helms

La Crassule de Helms (*Crassula helmsii*), espèce originaire d'Australie et de Nouvelle-Zélande, colonise actuellement l'ouest du bassin de la Loire. Sans pour autant exclure la production de graine, d'après DORTEL & DUTARTRE (2018) « un fragment de tige inférieur à 5 mm de longueur peut donner de nouveaux individus. La plante [...] produit [...] des turions [...] qui peuvent mesurer moins de 3 mm (EPPO, 2007). Les fragments de tige ou les turions sont facilement transportés par l'eau, la faune terrestre et les oiseaux. L'Homme peut également être un important vecteur de dispersion par ses activités dans les milieux humides ».

Ces éléments vont donc conduire à développer des actions limitant autant que possible ces facteurs de **dispersion**. Est-il cependant possible d'agir sur la **dispersion** hydraulique, d'éviter le transport de **propagules** liées aux activités humaines, y compris celle des techniciens gérant le milieu, de limiter la zoochorie ? Au regard des actions envisagées il est nécessaire de tenter d'estimer les chances de succès d'un « relatif confinement » intégrant l'ensemble de ces paramètres. Dans un contexte d'émergence avancée (réalité de la plupart des cas liés à cette espèce), l'objectif défini ne pourra que rarement être plus ambitieux que « retarder la propagation » (qui peut être un objectif pertinent en soit selon les enjeux).



Gestion de la Crassule de Helms (*Crassula helmsii*) à Gétigné (44).

Formaliser un plan d'action : pragmatisme et discernement

Cette approche devrait s'organiser avec le comité technique ou de pilotage (cf. encadré sur la concertation et les difficultés d'arbitrage) afin de parvenir à identifier les actions à mettre en œuvre en se basant notamment sur l'analyse systémique et globale décrite ci-dessus.

Dans le cadre des échanges techniques, il est également indispensable d'intégrer à l'analyse les impacts potentiels des actions envisagées (dommages collatéraux tel que piégeage d'autres animaux non ciblés, faucardage ou arrachage laissant des boutures de plantes, mise à nu du milieu offrant des conditions favorables à de nouvelles colonisations, etc.).

D'autre part, il est nécessaire de tenir compte de la difficulté à prévoir la durée de la gestion qui permettra d'atteindre les objectifs identifiés lors de l'élaboration du plan d'actions. En effet, même dans le cas d'une éradication presque certaine pour une espèce connue, découverte juste après une toute première installation dans un territoire donné dans un biotope fermé, il reste difficile de prévoir le nombre d'années nécessaires pour être certain du succès de l'intervention. Un des objectifs pourrait donc porter, dans ce cas, sur la pérennisation de campagnes de surveillance régulières, complétées – si besoin – d'interventions ponctuelles conjoncturelles.

La concertation et les difficultés d'arbitrage

La mise en place d'un comité technique ou de pilotage dès le début de la démarche de réflexion pourra faciliter l'obtention d'un diagnostic partagé comme base de la mise en œuvre opérationnelle d'un plan d'action. Il réunira les compétences et les usagers potentiellement concernés par la situation considérée, tels que les spécialistes des espèces concernées, écologues, gestionnaires du milieu, propriétaires, usagers, financeurs et services de l'État.

L'arbitrage entre les différents scénarios est cependant parfois nécessaire et il est alors important de regarder les conséquences des actions sur les autres espèces présentes sur le site géré. En effet, en fonction des situations, les actions proposées pour limiter le développement d'espèces exotiques envahissantes peut entraîner des impacts sur d'autres espèces, dont voici quelques exemples :

- une gestion des niveaux d'eau plutôt défavorable à la Jussie avec exondation printanière va à l'encontre de la reproduction du Brochet ;
- la salinisation des réseaux d'une partie du sud de la Brière pour éliminer la Jussie entraîne une mortalité des poissons d'eau douce.

Dans les grilles d'analyse, le contexte réglementaire, la hiérarchie des enjeux, mais aussi les priorités doivent être précisées.



L'envoi d'eau salée dans certains canaux envahis par la jussie en Brière (44) a montré de bons résultats, mais a entraîné une forte mortalité des poissons d'eau douce.

► Mise en œuvre et suivi

La mise en œuvre du plan d'action peut être portée par un maître d'ouvrage unique ou collectivement dans le cadre d'une démarche partenariale où chacun apporte une contribution. Dans ce second cas, la garantie de mise en œuvre coordonnée des actions nécessite l'identification d'un pilote qui aura la charge de mobiliser et animer les actions des partenaires conformément au plan d'action, rôle déterminant pour la réussite des opérations. Des points d'étape réunissant les parties prenantes devront être organisés afin de faire le point sur la mise en œuvre des actions et/ou actualiser, reconsidérer voire développer le plan d'action en fonction d'éléments nouveaux.

Cette adaptabilité est également à prévoir et à organiser dès le début du programme et pourra être facilitée par l'utilisation de protocoles de suivi *ad hoc* des interventions. Par le recueil régulier et systématique d'informations adaptées, ces protocoles devront permettre d'évaluer l'efficacité des interventions et leurs impacts sur le milieu. Ces derniers peuvent être positifs, comme le retour d'espèces indigènes suite au contrôle de l'espèce exotique envahissante (gain local de biodiversité). Utilisés comme des indicateurs de suivi, ces protocoles établis pour la durée du programme devront être pérennes afin de pouvoir comparer les résultats et suivre l'évolution du secteur géré.

► Évaluation globale

Les indicateurs de suivi mis en place pour évaluer l'efficacité et les impacts des interventions pourront également permettre de juger du niveau d'atteinte des objectifs fixés pour le programme. Bien que souvent perçue comme contraignante, cette évaluation permet d'une part de mesurer l'efficacité obtenue au vu des dépenses engagées (et la poursuite de la gestion) et d'autre part d'adapter les protocoles techniques d'intervention.

► Vers une amélioration de la gestion des espèces exotiques envahissantes

Le degré local de liberté d'analyse et de décision, dans le respect du cadre réglementaire européen et national, permet la prise en compte des besoins humains à cette échelle et l'acceptation de la mise en œuvre des interventions avec les contraintes et les limites qu'elles comportent inévitablement (état des lieux et analyse de risque).

Une consultation des informations disponibles en termes de **retours d'expérience** de gestion des espèces pourra faciliter l'assemblage des données utiles sur l'espèce et les possibilités techniques de sa gestion. Utiliser les acquis déjà valorisés des réseaux préexistants de gestionnaires pourra ainsi contribuer à l'amélioration générale de la gestion des espèces exotiques

envahissantes. Les acquis de connaissances dans ce domaine permettent également de mieux envisager les complémentarités entre les actions spécifiques de gestion d'espèces invasives et des actions dites **structurantes** sur les milieux pour optimiser l'ensemble des interventions sur l'état de l'écosystème.

Des stratégies de gestion raisonnées, réalisées de la manière décrite dans ce chapitre devraient permettre de :

- améliorer l'efficacité globale de la gestion des espèces exotiques envahissantes à l'échelle locale ;
- faciliter la diffusion d'informations en direction de tous les publics concernés ;
- contribuer à la justification des dépenses engagées et des propositions de poursuite des interventions ;
- contribuer à une amélioration générale de l'état des milieux, notamment en intégrant les mesures dites « structurantes » qui, même si elles ont peu d'impacts directs sur l'espèce ciblée, peuvent présenter des résultats très positifs sur l'état de l'écosystème.

Les réflexions et travaux engagés sur l'évaluation des services écosystémiques devraient également être intégrés au fur et à mesure de leurs acquis dans les analyses socioéconomiques des activités de gestion des espèces invasives. Ces travaux permettraient en effet de mieux évaluer la pertinence des dépenses de ces interventions, en mesurant à la fois le coût des dommages liés aux espèces exotiques envahissantes et l'ampleur des dépenses évitées grâce à ces interventions.



Gestion des macrophytes pour maintenir un chenal de navigation sur le Loiret (45).

Budgéter une action de gestion



L'arrachage mécanique peut rapidement être onéreux, les volumes prélevés nécessitant des engins adaptés à l'extraction des végétaux, ainsi qu'à leur transport vers le site de valorisation.

► Les coûts de gestion des espèces exotiques envahissantes

Les espèces exotiques envahissantes induisent de nombreux coûts, à la fois directs et indirects. Les coûts directs sont ceux liés à la gestion des espèces, et les coûts indirects sont ceux générés par leurs impacts (diminution du rendement agricole, gêne pour les activités de loisirs, etc. ; cf. *chapitre page 20*). La gestion est cependant complexe à mettre en place à cause de la diversité des espèces et des milieux envahis, qui induit une grande variété de chantiers. De ce fait, les coûts afférents à ces chantiers sont divers, difficiles à quantifier, peu référencés et souvent sous-estimés (DELBART *et al.*, 2013). De plus, les coûts répertoriés sont souvent globaux et sans détails quant aux actions réalisées (AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, 2007).

Ce chapitre s'intéresse spécifiquement aux coûts directs, auxquels les gestionnaires doivent faire face lors de leurs

interventions de gestion (y compris le coût d'élimination des déchets). Ces coûts directs peuvent être divisés en deux catégories : les coûts de chantiers et les coûts annexes.

► Coûts de chantier

Les coûts de chantiers sont les dépenses directement mobilisées sur une intervention de gestion, telles que les coûts de l'achat/location de matériel et les charges liées au personnel d'intervention.

Coûts matériels

Les coûts matériels concernent le matériel utilisé sur le chantier, par l'achat ou la location de ce matériel (achat de pièges, location d'un bateau faucardeur, etc.). Ils englobent également les mesures de protection, pour éviter la propagation des espèces (filets), mais aussi pour protéger les agents (équipements de protection individuels). Ces coûts peuvent être considérablement réduits si une

partie du matériel nécessaire est déjà possédée ou peut être empruntée gratuitement. Ils incluent également les frais de réparation et d'entretien du matériel utilisé.

Charges de personnel

Les charges de personnel représentent généralement le plus gros poste de dépenses sur le coût total de l'intervention (WITTMANN & FLORES-FERRER, 2015). Ils comprennent les salaires, les charges et les déplacements de tous les intervenants impliqués dans l'opération (ouvriers, chargés de mission, etc.). Ils peuvent être soit inclus dans la prestation facturée par les entreprises, soit en internes pour les travaux réalisés en régie (collectivités, syndicats de bassin versant, etc.).

Pour un chantier, ces coûts peuvent varier en fonction du nombre et de la catégorie de personnes employées, ainsi que du temps passé par ces dernières pour réaliser l'intervention (COLAS *et al.*, 2000). Dans le cas des plantes exotiques envahissantes, le temps investi dépendra de l'étendue et de la densité de l'herbier. En effet pour une même superficie traitée, il faudra plus de temps pour se déplacer entre chaque tache pour un herbier peu dense, contrairement à un herbier très dense nécessitant plus de temps pour intervenir mais peu pour le déplacement (SARAT *et al.*, 2015 a). Ces coûts dépendent également du type de prestataire qui effectue l'intervention (régie, entreprise, association, etc. ; WITTMANN & FLORES-FERRER, 2015).

Les coûts de personnel peuvent être réduits s'il est possible de faire intervenir des bénévoles en tant que main d'œuvre (COLAS *et al.*, 2000). Cependant il faut prévoir du temps pour former les bénévoles et des dépenses peuvent être nécessaires pour un hébergement et la restauration. Il n'est toutefois pas possible de faire intervenir des bénévoles pour toutes les méthodes de gestion, du fait de la technicité requise et des contraintes de sécurité.

Coûts annexes

Les coûts annexes sont les coûts qui sont liés à une intervention de gestion, mais qui ne sont pas mobilisés directement sur le chantier. Ils peuvent être séparés en plusieurs tâches annexes, dont les dépenses sont principalement liées aux charges de personnel nécessaires à la planification du chantier, la réalisation d'inventaires complémentaires, l'entretien, la réalisation de suivis post-intervention.

La planification du chantier est un poste de dépense à ne pas négliger, bien qu'elle se déroule en amont de l'intervention. Ses coûts correspondent au temps passé par les différents acteurs concernés, nécessaire à la réalisation de l'état des lieux et à l'organisation de l'intervention. Le temps dédié à la planification de l'**action de gestion** peut être plus important si la méthode d'intervention choisie est nouvelle et peu expérimentée ou si elle concerne une espèce nouvellement gérée. Elle peut

également être plus longue si l'intervention doit se dérouler sur un lieu à forts enjeux environnementaux ou si la concertation entre les acteurs peine à aboutir à des décisions partagées.

La réalisation d'inventaires complémentaires, l'entretien et la réalisation de suivi peuvent nécessiter, en plus des coûts humains, des dépenses de matériel (barques, canoës, etc.).

Étude sur les coûts et l'efficacité de la gestion à l'échelle du bassin

Une étude sur les coûts et l'efficacité de la gestion des espèces exotiques envahissantes sur le bassin Loire-Bretagne a été menée par la Fédération des Conservatoires d'espaces naturels en 2018 (BREGEA, 2018). Cette étude avait pour objectif de rassembler des données les plus précises possibles liées aux coûts de gestion dans le bassin et de faire le lien entre ces coûts et l'efficacité de la gestion. Pour cette enquête, 116 chantiers ont été recensés pour 16 espèces exotiques envahissantes différentes. La majorité des chantiers concernait la flore (70 %), avec les jussies concentrant le plus grand nombre de chantiers sur le bassin de la Loire.

Les coûts relatifs à la faune

Les données sur la faune semblent être plus difficiles à obtenir que celles sur la flore. En effet, les interventions sont plus diffuses et les méthodes utilisées comme le piégeage, rendent difficile l'estimation du temps passé et donc le coût humain. De plus, de nombreuses opérations de piégeage sont réalisées par des particuliers déclarés, dont le nombre est difficilement quantifiable.



Le coût lié au piégeage de la faune exotique envahissante est complexe à estimer, le nombre de piègeurs actifs étant difficile à connaître.



Les jussies sont des plantes aquatiques présentant de nombreux impacts négatifs sur le bassin de la Loire et font l'objet d'un grand nombre de chantiers de gestion.

L'analyse du jeu de données ainsi constitué a mis en évidence que les principaux facteurs influençant les coûts de gestion sont la surface et le temps passé. Plus précisément, il a été montré qu'il était moins onéreux d'agir sur de petites surfaces et que ces interventions présentaient une meilleure efficacité sur le moyen terme.

À partir des données rassemblées, une grille de référence des coûts de gestion des espèces exotiques envahissantes sur le bassin Loire-Bretagne a été réalisée, afin d'aider les gestionnaires à budgéter leurs **actions de gestion** (cf. ci-après.)

► Financer une action de gestion

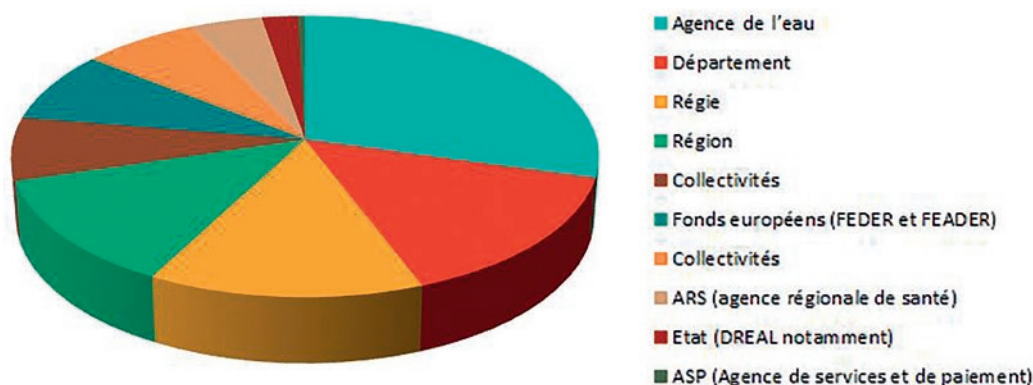
Pour financer partiellement ou totalement une **action de gestion**, les gestionnaires peuvent faire appel à certaines structures. Le choix du financeur se fait essentiellement en fonction de la zone géographique où se situe l'intervention (propriétaire du site étudié), mais aussi des enjeux qui y sont liés. Il apparaît que, sur

le bassin Loire-Bretagne, l'agence de l'eau Loire-Bretagne et les régions participent le plus aux financements de chantiers de gestion des espèces exotiques envahissantes. En effet, entre 2014 et 2017, l'agence de l'eau a versé 2 millions d'euros dans la gestion des espèces exotiques envahissantes, pour un montant total des interventions s'élevant à 6 millions d'euros. Ce chiffre ne représente cependant pas la totalité de la somme investie dans la gestion des espèces invasives, certains chantiers (ceux sur la faune notamment) ne pouvant pas bénéficier d'aide financière de l'agence de l'eau.

L'étude réalisée en 2018 sur les coûts de gestion a mis en évidence que les principaux financeurs (en nombre de chantiers) sur les espèces exotiques envahissantes étaient (BREGA, 2018) l'agence de l'eau Loire-Bretagne (60 %), les départements (30 %) ou les maître d'ouvrage (28 %). Il existe également d'autres financeurs possibles tels que les régions, l'Europe (via des fonds FEDER ou FEADER), l'ARS, les DREAL et les collectivités.

Grille des coûts de gestion des espèces exotiques envahissantes du bassin Loire-Bretagne (BREGEA, 2018)

Technique	Milieu	Type d'intervenants	Coût	Unité
Plantes terrestres (ambrosie, balsamines, berce, datura, lysichiton, raisin d'Amérique, renouées, solidages)				
Arrachage manuel	Berges	Régie (association)	500	€/jour
			0,25	€/m ²
		Régie (collectivité)	3,77	€/m ²
			2,67-8,67	€/ml
		Entreprise	0,15	€/m ²
Bâchage enterré	Prairie	Régie (collectivité)	47,57	€/m ²
Débroussaillage/fauchage	Berges	Régie (collectivité)	0,79-9,99	€/m ²
Mise en concurrence	Berges	Régie (collectivité)	7,5	€/ml
Arbres terrestres (sénéçon, robinier, ailante)				
Ecorçage		Chantier d'insertion	0,11	€/m ²
Arrachage manuel		Chantier d'insertion	1,26	€/m ²
Plantes aquatiques et amphibies (égérie dense, jussies, laitue d'eau, myriophylle du Brésil)				
Arrachage manuel	Eau courante	Entreprise	0,4-8	€/ml
		Régie (collectivité)	0,33	€/ml
		Chantier d'insertion	3,1	€/ml
	Plan d'eau	Régie (collectivité)	7,5	€/m ²
Arrachage mécanique	Eau courante	Entreprise	0,23-0,52	€/ml
			1,36-1,81	€/m ²
Arrachage manuel + traitement thermique	Eau courante	Entreprise	0,84-1,11	€/m ²
Faucardage	Eau courante	Entreprise	3,8	€/ml
Curage mécanique		Entreprise	2	€/m ²



Structures ayant contribué au financement de chantiers de gestion d'espèces exotiques envahissantes (BREGEA, 2018).

Évaluer la gestion et de consolider un corpus de connaissances

► Pourquoi évaluer la gestion ?

Évaluer la gestion correspond à deux nécessités principales :

- évaluer l'efficacité des actions entreprises, de façon à capitaliser l'expérience et à la partager dans les réseaux de compétences aux différents niveaux territoriaux (départemental, régional, bassin national), grâce à la rédaction de manuels et de recueils de **retours d'expérience** (MATRAT *et al.*, 2012 a, SARAT *et al.*, 2015 a et b, HAURY *et al.*, 2010) ;
- justifier de l'utilisation des fonds utilisés, surtout s'il s'agit de fonds publics, à la fois auprès des financeurs comme les agences de l'eau ainsi qu'auprès des élus.

Au-delà de l'évaluation de l'efficacité de la gestion, comme précisé dans le paragraphe sur la mise en place de protocoles de suivi (*cf. chapitre page 102*), il s'agit aussi de comprendre comment fonctionne (ou dysfonctionne) l'écosystème envahi et comment la gestion renforce ou non la stabilité, la récupération et la résistance à de nouvelles invasions de l'écosystème « restauré ».



Évaluer la gestion permet de prendre en compte les impacts de celle-ci sur les communautés d'espèces indigènes, dont certaines, comme le *Myosotis des marais* (*Myosotis scorpioides*), sont en concurrence avec des espèces exotiques envahissantes.

Des protocoles d'évaluation à définir dès la planification

La gestion s'applique dans un cadre réglementaire défini, à un espace déterminé situé dans un ensemble géographique fonctionnel (pour les milieux humides, le bassin versant). Les gestionnaires ont des liens plus ou moins forts avec le territoire connaissant des enjeux individuels et/ou collectifs divers et un déséquilibre causé par les **invasions biologiques**. Les protocoles d'évaluation doivent prendre en considération l'ensemble de ces éléments.

L'évaluation doit être prévue avant même d'avoir entrepris les interventions, soit dès l'élaboration de la **stratégie de gestion** (*cf. chapitre page 58*). Elle s'appuie en général sur une comparaison « avant/ après » d'un ensemble de paramètres présentés ci-dessous (d'après SARAT *et al.*, 2015 a), qui permettent également de statuer sur

l'atteinte de l'objectif de gestion identifié par la stratégie d'intervention (*cf. chapitre page 58*). Des indicateurs synthétiques peuvent également être définis, comme le nombre ou la répartition des espèces indigènes voire patrimoniales ou la surface colonisée par les espèces exotiques envahissantes.

Il est à noter qu'en France, beaucoup d'opérations d'aménagement ne font pas l'objet de rapport ni de suivi, ce qui est hautement dommageable, alors que la « traçabilité » devient de plus en plus une obligation sociétale sinon réglementaire (voir par exemple les cahiers d'épandages et plans de fumure obligatoires pour la profession agricole).

De l'évaluation au retour d'expérience

L'un des enjeux des **retours d'expérience** est de pouvoir échanger sur l'expérience acquise (*cf. chapitre page 104*). Pour ce faire, il est indispensable d'évaluer la « **transposabilité** » (la possibilité d'utiliser tel ou tel élément d'un cas de gestion à d'autres sites) de cette expérience, ce qui oblige à une très bonne traçabilité des actions entreprises et des précisions sur les caractéristiques du milieu aménagé.

► Comment évaluer la gestion ?

Évaluer l'efficacité de la gestion

Évaluer l'efficacité de la gestion mise en œuvre requiert un ensemble de données. Celles-ci comprennent :

- les données rassemblées lors de l'état des lieux (*cf. chapitre page 52*), telles que la localisation géographique, le type de milieu, etc. ;
- les données liées aux conditions de réalisation de l'intervention, telles que les dates, la durée, les conditions météorologiques (une forte pluviométrie peut favoriser la **dispersion** des **propagules**), le matériel employé, les techniques utilisées, les techniques utilisées, les moyens humains et financiers. Pour la flore, la superficie et/ou le linéaire traités, l'abondance relative des herbiers et les volumes/tonnages extraits seront précisés. Pour la faune, en fonction de l'espèce gérée, des informations concernant le nombre d'individus prélevés, le poids total, le stade de reproduction des individus pourront être rassemblées.

Pour aider les gestionnaires à identifier les données pertinentes à rassembler, des fiches de suivi de chantier ont été réalisées à différentes échelles (*cf. chapitre page 144*).

Évaluer les coûts de gestion

L'évaluation des coûts de gestion est indispensable, au regard de son efficacité. Par exemple sur une gravière de Rennes, on a pu restreindre les temps et fréquences d'intervention de l'arrachage de la Jussie suite à un effort répété de gestion, si bien que les coûts ont été réduits d'autant.



Arrachage manuel de jussies à partir d'une embarcation dans le Marais Poitevin.

Afin d'évaluer l'adéquation entre les fonds mobilisés et les travaux réalisés, un bilan des coûts est à réaliser, en complétant les informations rassemblées pour la budgétisation de l'intervention (cf. chapitre page 64). Les écarts entre les coûts théoriques et réels sont à rechercher et à expliquer, en vue d'un éventuel ajustement du budget si certaines actions doivent être reconduites l'année suivante.

Évaluer les impacts écologiques de l'intervention

Cet aspect permet de s'intéresser aux conséquences des travaux de gestion sur les communautés d'espèces indigènes, grâce à la mise en place d'un suivi post-intervention (cf. chapitre page 102). Pour la flore, la méthode de suivi la plus fréquemment utilisée est celle des relevés phytosociologiques (SARAT *et al.*, 2015 a). Pour la faune, le protocole à retenir dépendra de l'espèce ciblée et des taxons sur lesquels elle exerce des pressions de consommation ou de prédation (comptages, indices d'abondance).

Cette évaluation nécessite cependant un suivi sur le long terme, difficile à mettre en œuvre en l'absence de financements de longue durée.

Évaluation de l'efficacité des mesures de gestion de la Jussie dans le Marais Poitevin

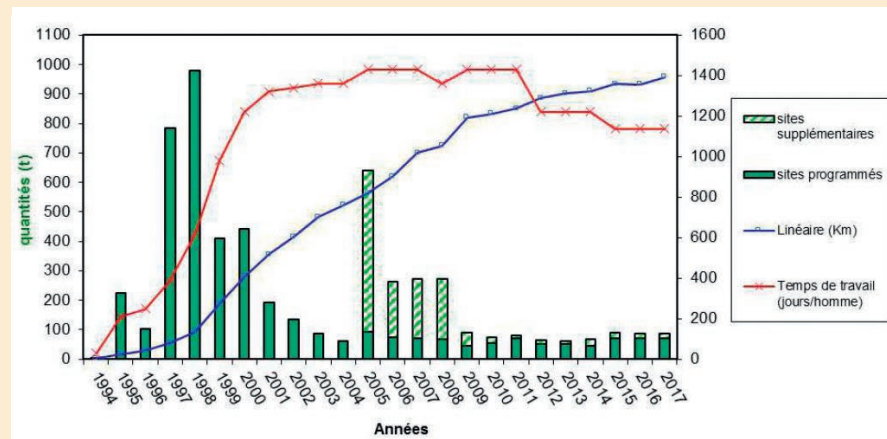
L'exemple de la gestion des jussies dans le Marais Poitevin permet d'avoir une vision globale du plan de gestion mis en œuvre depuis 1999.

La Jussie a été observée pour la première fois dans ce secteur en 1991. Par la suite, cette espèce a colonisé de nombreuses voies d'eau et les recouvrements ont progressivement augmenté jusqu'en 1999, date à laquelle un plan de gestion de cette plante a été mis en place à grande échelle afin de maîtriser son développement. Ce plan de gestion, mis en œuvre par l'IIBSN entre mai et novembre, nécessite le déploiement annuel de moyens humains et matériels très conséquents.

Les interventions ont évolué dans le temps : l'application d'herbicide a été progressivement abandonnée, le matériel de moisson a été remplacé par des pinces à végétaux ou des godets conçus spécifiquement et plus adaptés à l'arrachage de plantes. Dans la plupart des cas, l'arrachage est réalisé manuellement, à l'exception des sites faisant l'objet d'une primo-intervention et où les herbiers sont en général importants ; une combinaison d'arrachage mécanique et manuel est alors appliqué.

Les travaux réalisés depuis 1994 montrent une bonne efficacité à l'échelle du marais, puisqu'après une forte progression jusqu'en 1998, les tonnages extraits ont rapidement diminué. Les coûts importants observés (212 000 € en 2017 par exemple – PIPET, 2018) sont à la hauteur des enjeux humains du site (risque d'inondation et protection des agglomérations, tourisme estival, etc.). De plus, les impacts des travaux sur l'environnement sont très réduits, l'arrachage manuel permettant d'extraire sélectivement les plantes exotiques envahissantes, ce qui a permis la réapparition de plusieurs espèces indigènes (PIPET, 2018).

Bilan de la gestion de la Jussie dans le Marais Poitevin sur la période 1994-2017 (PIPET, 2018)



2 La gestion

Prévenir

Lorsqu'une espèce a été introduite, s'est établie et a démontré dans certaines conditions un caractère envahissant, il est en général extrêmement difficile de s'en libérer et la plupart des tentatives d'éradication de ces espèces n'ont pas donné les résultats escomptés. De par ce constat, il est actuellement largement reconnu qu'il est préférable – lorsque cela est possible – d'agir sur la prévention de l'introduction d'espèces exotiques plutôt que sur la gestion, ce premier volet présentant le meilleur rapport coût/efficacité concernant les **invasions biologiques** (WITTENBERG & COCK, 2001).

► Voies d'introduction et risques associés

L'introduction des espèces exotiques envahissantes dans les milieux naturels a lieu *via* de multiples voies (cf. chapitre page 12). La prévention recouvre plusieurs aspects qui visent à :

- prévenir et éviter l'entrée sur le territoire national d'une espèce exotique suspectée d'être envahissante ;
- interdire le transport sous toute forme d'une espèce envahissante d'une partie du territoire à une autre ;
- interdire la commercialisation sous toute forme d'une espèce envahissante d'une partie du territoire à une autre

Pour atteindre ces objectifs, il est nécessaire de se doter des textes réglementaires (avec les listes d'espèces associées) prévoyant les interdictions ou restrictions concernant l'introduction de ces espèces, ainsi que les procédures de contrôle.

Cette démarche est bien présente dans le règlement européen et la stratégie nationale relative aux espèces exotiques envahissantes prévoit le développement de la réglementation liée à cette thématique. Cet aspect dépend donc principalement de l'échelle nationale, mais des actions de prévention peuvent également être faites à l'échelle locale.

► Actions de sensibilisation locales

Les espèces exotiques envahissantes concernent tous les taxons et milieux et sont susceptibles d'être utilisées par un grand nombre d'acteurs. La prévention implique donc de diffuser des informations sur les risques associés aux espèces invasives et à leurs capacités de **dispersion**. Ces espèces et leurs enjeux sont en effet encore largement méconnus en dehors du milieu scientifique.

Les gestionnaires peuvent jouer un rôle important dans la sensibilisation du grand public, afin qu'il prenne conscience des problèmes et des risques liés aux espèces exotiques envahissantes. Ils sont en effet amenés à être en contact avec une grande diversité d'acteurs et plusieurs initiatives de sensibilisation ont été



La Griffe de sorcière (*Carpobrotus edulis*) présente des enjeux importants dans les zones littorales. Elle apparaît donc sur la liste de consensus du code de bonne conduite sur les plantes exotiques envahissantes de la région Pays de la Loire.

menées localement sur le bassin Loire-Bretagne, dont quelques exemples sont présentés ci-dessous.

L'horticulture

La grande majorité des plantes exotiques horticoles ne pose pas de problème, mais une faible proportion peut devenir, dans certaines conditions, envahissante et avoir des impacts négatifs sur l'environnement. À partir de 2013, le comité régional « espèces exotiques envahissantes des Pays de la Loire » a édité un Code de Bonne conduite sur les plantes invasives de la région, en lien avec les professionnels du secteur horticole et paysager. Ce code a pour objectif la réduction des introductions de plantes invasives dans les jardins, les étangs, les espaces verts ou le long des routes et contribue à préserver les habitats naturels des invasions. En souscrivant au code, les professionnels de l'horticulture ornementale, du paysage et les gestionnaires de milieux naturels dont les collectivités, s'engagent de manière proactive et volontaire à protéger la biodiversité et à sensibiliser les consommateurs à choisir des plantes ne présentant pas de risques pour l'environnement. Les plantes relevant du Code de Bonne conduite sont réparties en deux listes correspondant à des risques et à des engagements différents :

- **la liste de consensus** (interdiction totale d'utilisation), qui recense les plantes que tous les acteurs concernés souhaitent ne plus voir produites, vendues, prescrites ou utilisées sur l'ensemble du territoire ;

- la liste de plantes soumises à recommandation (restrictions partielles d'utilisation), qui recense les plantes qui ne sont envahissantes que dans certains milieux où elles peuvent avoir des impacts négatifs. Des conditions précises d'utilisation sont alors définies pour éviter qu'elles soient utilisées dans des milieux sensibles, tels que le littoral, sans être totalement exclues d'utilisation.

En parallèle de la démarche locale, Val'Hor travaillait également à la réalisation d'un code de conduite professionnel relatif aux plantes exotiques envahissantes. Celui-ci, diffusé en 2015, permet aux professionnels de la filière de s'engager volontairement afin de limiter les éventuels impacts négatifs des plantes exotiques envahissantes. Ce code comprend également deux listes, dont la définition est similaire à celles établies en région Pays de la Loire, bien que les espèces y figurant diffèrent. Suite à la diffusion du code de conduite professionnel de Val'Hor, des échanges avec la DREAL Pays de la Loire ont eu lieu afin d'améliorer la cohérence et la complémentarité entre ces deux démarches.

L'aquariophilie

Dans le département des Deux-Sèvres, l'IIBSN a participé il y a quelques années à une « bourse aquariophile », lors de laquelle elle a sensibilisé les participants sur les conséquences suivant le lâcher d'espèces exotiques dans les milieux naturels. D'une manière plus large, les coordinations territoriales participent régulièrement à des événements grand public sur des thématiques environnementales lors desquels elles informent les personnes présentes sur les enjeux liés aux espèces exotiques envahissantes, grâce à la tenue de stands, à la présentation d'expositions et à la mise à disposition de documentation.

Les collectivités

Le groupe de travail « Plantes invasives de la région Centre-Val de Loire » a élaboré en 2014 une Charte d'engagement des collectivités, qui s'insérerait dans un kit de communication comportant également un ensemble de documents dont des informations sur les périodes de gestion des plantes exotiques envahissantes et des articles types. En adhérant à cette charte, la commune s'engage à ne pas planter en régie de plantes exotiques envahissantes (sur la base de la liste régionale établie par le CBN bassin parisien) et de mentionner dans les cahiers des charges d'aménagement une clause de non introduction de ces plantes en favorisant l'utilisation de la flore locale. En échange, le groupe de travail régional propose

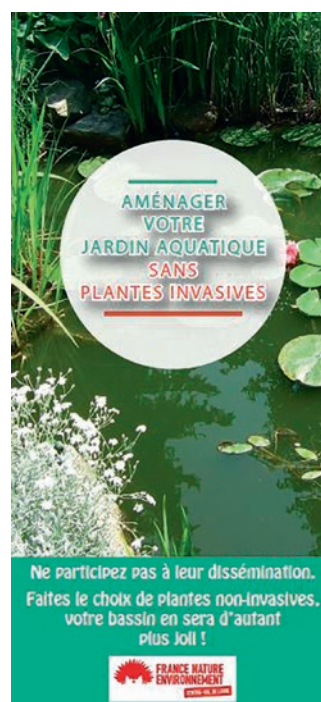
des conseils de gestion, des formations et des outils pour communiquer vers le grand public (articles, communiqués de presse, organisation de réunions publiques d'information, etc.).

Les activités de loisir

Les utilisateurs des milieux naturels sont susceptibles de favoriser la **dispersion** d'espèces exotiques envahissantes de manière involontaire. Suite à la détection de la Moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) dans l'étang Robert (43), le Conservatoire d'espaces naturels Auvergne a réalisé une plaquette et un panneau d'information afin d'éviter la propagation de l'espèce par les usagers du site.

Les particuliers

De nombreuses espèces exotiques envahissantes sont utilisées dans les jardins dans un but ornemental. Plusieurs outils ont donc été développés pour informer les particuliers des bonnes pratiques concernant l'utilisation d'espèces invasives. France Nature Environnement a ainsi édité en 2017 une plaquette « *Aménager votre jardin aquatique sans plantes invasives* » avec l'appui du groupe de travail « Plantes invasives de la région Centre-Val de Loire ». D'autre part, une affiche « *Ces plantes de nos jardins qui deviennent envahissantes* » a été produite à l'échelle du bassin Loire-Bretagne en 2014. Elle est diffusée par les coordinateurs territoriaux du bassin, lors des journées ou événements auxquels ils participent.



Surveiller

La propagation des espèces végétales invasives se fait par différents processus, directement liés aux espèces elles-mêmes mais également aux milieux concernés et à leurs usages (cf. *Contextes et fondamentaux*, page 4). Le plus souvent, l'apparition des espèces exotiques envahissantes dans de nouveaux **biotopes** est détectée trop tard pour permettre une éradication. La pression de restauration et d'entretien s'exerce donc au niveau de zones colonisées depuis plusieurs années présentant des peuplements importants.

La veille

D'une manière générale, il convient de faire des inventaires précoces dans la saison sur les sites déjà touchés. Pour les végétaux, cette démarche nécessite d'être en capacité de reconnaître les espèces avant la floraison et lorsqu'elles sont encore sous l'eau pour les espèces **amphibies**. Il est également important de déterminer les sites vulnérables sur les bassins versants et de les visiter pour s'assurer qu'ils n'ont pas été colonisés. Pour la faune, il convient de s'assurer que les potentiels observateurs de terrain soient formés à la reconnaissance des espèces et connaissent les structures à qui faire remonter les signalements.

Cette veille peut s'appuyer sur les FREDON et les FDGDON, les CBN, les CEN, les fédérations de pêche et de chasse, les syndicats de bassin ou toute organisation ou collectivité territoriale compétente, en relation avec les gestionnaires privés (agriculteurs, propriétaires privés, etc.).

Identifier des sites à surveiller

L'enjeu principal de la veille est de chercher à détecter les nouveaux foyers d'espèces exotiques envahissantes. Les structures disposant de moyens humains et financiers limités, il n'est cependant pas possible de réaliser une veille sur l'ensemble des milieux et des territoires.

De ce fait, il est intéressant de chercher à identifier les milieux les plus susceptibles d'accueillir une espèce invasive donnée, qui sont à surveiller en priorité. Par exemple, il est connu que pour les plantes aquatiques, les milieux stagnants ou à faible courant sont les plus accueillants (SARAT *et al.*, 2015 a). En Brière, une cartographie de tous les secteurs susceptibles d'accueillir de la jussie a ainsi été réalisée.

Pour la faune, dont les domaines vitaux peuvent être conséquents avec des déplacements quotidiens parfois importants, la prise en compte des besoins écologiques des espèces (zones d'alimentation, de repos) peut contribuer à identifier des secteurs favorables à surveiller en priorité.

Former les acteurs de la veille

La plupart des structures impliquées dans la veille suivent un ensemble de sites, sur lesquels ils assurent des inventaires ou diverses actions (entretien, restauration, etc.). Une formation spécifique des agents de terrain (à la reconnaissance, à la hiérarchie des espaces et à l'identification des zones à risques) pourrait garantir une meilleure surveillance des milieux et favoriserait la mise en place d'interventions précoces. Dans tous les cas, il est toujours possible d'avoir recours à des experts *via* les coordinations territoriales (cf. *contacts* page 152) pour confirmer les déterminations en cas de doute.

Chercher les fronts de colonisation

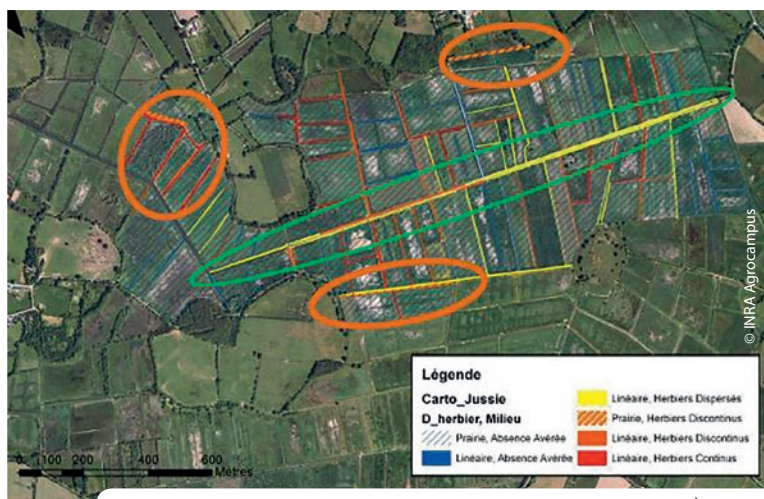
Les fronts de colonisation, c'est-à-dire la limite atteinte par une espèce dans une direction géographique donnée, sont les zones à traiter préférentiellement. Dans le cadre d'une gestion sur cours d'eau, le point le plus en amont doit être recherché et la gestion se fera alors de ce point vers l'aval, mais aussi parfois en remontant du point aval vers les zones plus colonisées amont. Il est plus efficace de réaliser une intervention précoce dans la saison, dès le début du bon développement des plantes.

Pour les renouées et l'Ambrosie, qui se développent en milieux remaniés, il ne faut pas se contenter des seuls corridors fluviaux, mais aussi prendre en compte d'autres secteurs à risques pour mener une lutte efficace, en vérifiant s'il y a eu transport de terre et où ont eu lieu les dépôts. Des partenariats avec d'autres acteurs susceptibles de contribuer aux inventaires et à la surveillance des territoires (par exemple les services des routes, les personnes en charge de l'urbanisme, etc.) seront donc les bienvenus.

Des analyses populationnelles doivent également être menées pour connaître le type de multiplication (végétative et/ou reproduction sexuée) des espèces envahissantes présentes. Il est donc important d'engager des programmes pluriannuels pour conforter les acquis de la veille et de la gestion déjà engagées.

Le signalement d'espèces exotiques envahissantes

Avant la mise en œuvre d'un programme de gestion des espèces invasives, il convient de disposer d'informations standardisées sur la présence des taxons rencontrés. La possibilité d'accéder à ces



Description des herbières de jussie présents dans le marais de Syl (44). À partir de ce travail, des secteurs à risque à surveiller en priorité ont été identifiés.



Session de formation à la reconnaissance des espèces exotiques envahissantes à Les Ponts-de-Cé (49).

informations passe par la saisie des données de terrain sur une fiche d'enquête type (au moins par la fourniture de données minimales) (cf. *fiche technique page 45*).

Dans la mesure du possible, les données recueillies seront stockées dans une base de données permettant un interfaçage avec un logiciel de gestion cartographique et mutualisées avec des bases de données régionales et nationales (SINP).

► Surveiller plutôt qu'intervenir en curatif

Un des enjeux principaux de la gestion est de tenter de contenir la propagation et l'extension des **populations** dans les zones déjà colonisées et d'empêcher des transferts de **propagules** vers des secteurs dépourvus de toute infestation. Les rythmes de colonisation sont très disparates en fonction des espèces ou des habitats considérés, pouvant parfois être très lents, avec seulement quelques nouveaux pieds ou individus observés pour une année donnée, ou spectaculaires avec des phénomènes de bloom ou de pullulation. Ce dernier cas devrait imposer une veille conséquente – y compris en dehors des zones colonisées – et une action rapide dès qu'il y a détection, pour tenter d'éliminer l'espèce avant sa propagation importante.

Dans certains cas cependant, lorsque le statut envahissant d'une espèce exotique n'a pas été encore établi par exemple, il est possible de mettre en place une surveillance des sites concernés. Cette surveillance permet d'étudier le comportement de l'espèce tout en facilitant l'intervention rapide si celle-ci devient envahissante. Ce choix a été retenu pour la Vanille d'eau dans le département des Deux-Sèvres (cf. *encadré*).

Définir l'échelle

L'échelle pertinente pour suivre et gérer les phénomènes d'envahissement par les plantes et les animaux aquatiques et/ou palustres est celle du bassin versant. La composante « points d'eau » d'un bassin versant et l'ensemble des connexions hydrologiques permanentes ou temporaires entre ces milieux est

incontournable afin de prendre en compte l'hydrochorie et la diffusion des **propagules** de l'amont vers l'aval. En effet, étangs, mares, lagunes, retenues, etc. ont la plupart du temps des écoulements vers les ruisseaux et les rivières. De nombreuses observations font état de ces milieux, au demeurant variés du point de vue écologique, comme pouvant être des sites de départ de nouvelles colonisations. Il est intéressant de favoriser toute pratique d'inventaire des milieux humides, même petits (mares, petites zones humides, étangs), comme « zones à risques » mais aussi de former les propriétaires d'étangs notamment.

Pour les autres catégories d'espèces, l'échelle de veille sera adaptée en fonction des capacités de **dispersion** du ou des taxon(s) considéré(s) et des modes de propagation (zoochorie, anémochorie, hydrochorie, etc.).

Organiser un suivi

Une fois l'échelle du suivi définie, des passages réguliers seront effectués afin de décrire la station (cf. *fiche de relevé page 145*) : type de milieu, superficie, observation d'impacts, etc. Les données issues du terrain devront être conservées et comparées afin de voir si l'espèce se répand ou présente des impacts observables, auquel cas une intervention devra être envisagée.

► Le cas de la Vanille d'eau

La Vanille d'eau (*Aponogeton distachyos*) a été détectée dans le département des Deux-Sèvres en avril 2014 (VOIX & PIPET, 2014). L'espèce était présente sur une mare d'environ 50 m², sans communication avec le réseau hydrographique de la Boutonne, située à 1 km. 5 herbiers ont été observés pour une surface d'environ 1,5 m². Cette espèce étant encore peu présente en France (premier signalement en Poitou-Charentes) et n'ayant pas développé de caractère envahissant à l'exception de la colonisation d'un fossé en Gironde, il a été décidé de mettre en place une surveillance annuelle. Plusieurs passages durant la période estivale sont ainsi réalisés pour évaluer le comportement de cette espèce dans ce milieu fermé. La Vanille d'eau a par ailleurs été recherchée dans les milieux environnants, sans autre observation signalée.



Vanille d'eau (*Aponogeton distachyos*).

Intervenir

► Des techniques variées

Il existe un panel de techniques d'intervention pour gérer les espèces exotiques envahissantes, dont le choix dépend de l'espèce à gérer et des objectifs de gestion. Par exemple, si l'arrachage manuel est une technique généralement considérée comme fine avec peu d'impacts pour le milieu, elle est déconseillée pour certaines espèces telles que la Crassule de Helms, car représentant un risque trop important de **dispersion** de boutures trop petites pour être retirées totalement du site d'intervention. D'autre part, si certaines techniques ont pour objectif d'intervenir sur une ou plusieurs espèces (arrachage par exemple), il est également possible d'agir sur le milieu, pour le rendre moins vulnérable à l'implantation des espèces exotiques envahissantes. Par ailleurs, l'intervention sur une espèce invasive peut en favoriser une autre qui était « en attente ».

Enfin, il est envisageable et parfois fortement recommandé de combiner plusieurs techniques pour avoir l'action la plus complète possible. Par exemple, lorsque des chantiers d'arrachage mécanique sont réalisés sur des espèces **amphibies**, il est impératif de compléter cette action avec un arrachage manuel permettant d'atteindre les zones inaccessibles pour des machines et de retirer les fragments laissés par les engins, qui sont autant de boutures.

► Les précautions à prendre lors d'une intervention sur les espèces exotiques envahissantes

Toute intervention d'enlèvement doit faire l'objet d'une préparation minutieuse, avec certaines dispositions à prendre au préalable : l'objectif principal est d'empêcher la **dispersion** de fragments et de boutures, et d'évacuer les biomasses des secteurs à risques. Les plus grandes précautions doivent également être observées lors des phases de transport des fragments de plantes et du nettoyage du chantier. Il en va de même pour les animaux qui sont transportés vivants du site de capture à celui de régulation.

Pour la faune, des barrières de piégeage peuvent être installées autour d'un plan d'eau pour éviter que les individus se propagent dans les secteurs proches (cf. *fiches techniques pages 110 et 142*).

L'établissement de barrages

Afin d'éviter la **dissémination** possible de débris flottants ou entraînés entre deux eaux, il convient de sécuriser le périmètre où s'effectue toute opération susceptible d'entraîner la création de boutures ou de fragments de plantes. Si le système peut être confiné facilement grâce à la présence de vannes à proximité, il faut recourir systématiquement à la fermeture de celles-ci, à l'amont et à l'aval. Lorsque l'on ne dispose pas de barrages positionnés de manière pratique, il convient d'établir des barrages amovibles.

La pose de filets

Un premier moyen consiste à réaliser un barrage en filets à maille fine (<1 cm) sur la largeur du cours d'eau avec un **double jeu de filets** permettant le levage du filet colmaté sans perte de boutures. Ce procédé a l'avantage de s'adapter à toute largeur de cours d'eau, pour peu que le courant soit faible à nul. Un courant trop important pour le filet en charge peut entraîner des difficultés pour le ramener, voire la perte de celui-ci avec son contenu. Signalons qu'un dispositif adapté d'ancrage et de pose est à prévoir en fonction de cette charge. Tout comme il est préférable d'éviter de devoir déplacer trop souvent les dispositifs, ce qui suppose une récupération des boutures entre la zone de travail et les filets avant leur enlèvement. Un ramassage fréquent des plants et boutures pris dans le filet est fortement conseillé pour éviter tout risque de rupture du dispositif et de contamination en aval.

Les barrages flottants qui ne touchent pas le fond sont à éviter, car ils n'empêchent pas le passage de boutures par le fond lorsque la charge du filet entraîne une déviation du courant qui passe par dessous.

L'établissement de batardeaux

Si l'on dispose d'une pelle mécanique pour l'enlèvement, il peut être simple et rapide de réaliser au préalable un batardeau, barrage du cours d'eau de part et d'autre de la zone à traiter.

Ce dispositif est parfaitement étanche et peut de surcroît permettre le pompage et la mise à sec pour l'enlèvement, si nécessaire. Les conséquences de ces barrages et de la mise éventuelle en assec sur la flore et la faune non visées par ces interventions doivent être préalablement évaluées.

L'écumage

La procédure d'enlèvement des végétaux, quelle qu'elle soit, produit des fragments. Ceux-ci présentant le risque de bouturer, il faut en réaliser un ramassage méthodique. La majorité des fragments végétaux de tiges et de feuilles sont flottants, ce qui n'est pas le cas des **rhizomes**. Ce ramassage se fait habituellement à l'épuisette, voire à la main. Cela permet d'atteindre des endroits difficilement accessibles (entre des pieds de roseaux, des éboulements de berges) et de réaliser ainsi une finition aussi rigoureuse que possible. Il faut signaler que les boutures peuvent avoir des tailles très différentes. Or les avancées scientifiques ont permis d'évaluer certains risques : pour la Jussie, par exemple, une feuille avec son bourgeon axillaire peut constituer une bouture (J. HAURY & J. COUDREUSE, com. pers.).

Les transferts et le stockage temporaire

La manipulation des végétaux retirés du milieu comporte un risque de **dissémination** (enlèvement embarqué, mécanique ou manuel depuis le bord), de nombreuses plantes exotiques envahissantes ayant des capacités de bouturage importantes.

Dans le cas d'un transfert et entreposage à la main (avec ou sans outillage manuel) sur berge, il faut soigneusement préparer le terrain



Installer une bâche au sol entre le bateau et la camion-grue permet de ne pas disperser des fragments de plantes sur la berge et éviter un retour à la voie d'eau.

qui reçoit temporairement le dépôt. Il est conseillé de limiter le nombre de zones de stockage, les identifier précisément et en limiter l'accès au public. La pose de bâches de taille suffisante est souhaitable pour recevoir les dépôts qui viennent d'être extraits du lit. Selon la hauteur et la conformation des rives, il peut être également nécessaire de procéder à un bâchage temporaire de la rive pour éviter le départ de fragments. Cela présente toutefois l'inconvénient de rendre la reprise mécanique difficile, puisque celle-ci risque à tout moment d'endommager la bâche, et de la rendre ainsi inutile.

Ensuite, les dépôts doivent être soigneusement mis en sacs ou transférés en bennes, etc. en veillant à ce que les fragments ne puissent s'échapper (débordement de sacs, envol, etc.). La surveillance de la finition du chantier devrait donc être confiée spécifiquement à une personne pour assurer une qualité optimale de l'intervention. Il est de plus préconisé de réaliser à nouveau une **finition manuelle** environ 1 à 2 semaines après la fin de l'intervention.

Pour des transferts avec camion-benne ouverte, un bâchage est conseillé pour éviter l'envol de fragments de plante. De même, l'indication d'un matériau invasif lors du transport des plantes est également recommandée pour éviter le mélange des plantes lors de travaux variés (entretien végétation, tonte, etc.).

Réduction de l'impact lors de l'intervention sur des plantes terrestres

Pour le Sénéçon en arbre (*Baccharis halimifolia*), le principal facteur de **dissémination** et d'infestation est le vent. Il convient donc d'intervenir avant septembre, période où les fruits se dispersent. Il n'y a donc pas de problème de portance des sols pour la logistique nécessaire, si les travaux sont réalisés pendant l'été.

Pour les renouées, leur présence près des rives et en trouées des sous-bois rend leur accessibilité difficile. La période de végétation est la seule permettant de les observer. Il convient d'être prudent pour réduire les impacts d'engins lourds sur les berges et sous les

ripisylves. L'apparition de crues printanières peut accroître les risques d'entraînement et de **dispersion** des **rhizomes**, lors du remaniement des sols. Les précautions concernant la **dissémination** des fragments présentées pour les plantes aquatiques sont également valables. En effet, les recherches actuelles ont montré qu'un fragment de tige (avec un nœud) ou de **rhizome** peut reformer un individu (LEVY *et al.*, 2015). Par ailleurs, il est désormais prouvé qu'il y a souvent formation de graines viables dans de nombreux massifs de renouées, ce qui amènerait à intervenir si possible avant la floraison (HAURY *et al.*, 2010).

Le nettoyage du matériel, des engins et du site

Afin d'éviter la **dispersion** de **propagules** d'un site à l'autre via le matériel et les engins utilisés lors de la gestion, il est nécessaire de les nettoyer (cf. *fiches techniques pages 140 et 142*). De plus, il est important que toutes les personnes du chantier soient vigilantes sur ces questions et qu'au moins un responsable soit désigné pour surveiller le risque de contamination locale et de **dissémination** sur des zones périphériques du secteur d'intervention.



Le matériel utilisé lors de la gestion d'une espèce exotique envahissante est une source de dissémination s'il n'est pas correctement nettoyé avant d'être emporté sur un autre site.

Les techniques d'intervention sur le milieu

De nombreuses observations ont permis de préciser le comportement des espèces exotiques envahissantes face à des facteurs qui peuvent induire une perte de performance dans le développement des espèces (HAURY *et al.*, 2010). C'est sur ces principes que reposent les techniques d'intervention sur le milieu.

L'accès aux nutriments

Les plantes exotiques envahissantes sont souvent des plantes nitrophiles et relativement exigeantes en nutriments. Les éléments azotés sont naturellement abondants dans les marais à substrat argileux et le phosphore souvent facilement disponible. La production de biomasse de ces plantes est souvent corrélée à la disponibilité en nutriments, mais leur installation dans de nouveaux sites correspond dans la plupart des cas à la présence de **biotopes** favorables.

Les actions visant à limiter les apports de matières organiques ou de nutriments dans les bassins versants devraient en théorie réduire les capacités de production de ces espèces, mais pourraient ne pas influencer de manière notable leurs potentialités d'installation. De plus, les preuves expérimentales manquent actuellement sur les relations nutriments-développement des **populations** d'invasives et surtout sur l'effet limitant de la réduction des nutriments. En effet les programmes de maîtrise des pollutions en cours s'inscrivent dans la durée et leurs effets ne sont pas perceptibles à court terme.

La nature et la texture du sol

Les facteurs pédologiques ont une influence particulière pour les espèces végétales terrestres. Ainsi, les renouées asiatiques (*Reynoutria spp.*) et l'Ambrosie à feuille d'armoise (*Ambrosia artemisiifolia*) s'implantent sur les sols remaniés (zones des lits majeurs soumises aux crues fréquentes) où elles prolifèrent, ainsi que sur les zones de déblais ou de remblais (bords de routes, friches industrielles). Les sols calcaires semblent limiter les possibilités d'expansion et de prolifération de ces espèces.

Pour les plantes aquatiques, la plupart sont susceptibles de s'installer dans une très grande variété de sédiments (ou de sols, pour les espèces **amphibies**), depuis des sédiments grossiers jusqu'à des vases organiques. Les substrats grossiers (type graviers, cailloux, blocs, etc.) limitent tout de même les possibilités de néo-implantation.

Pour la faune, la nature de la berge peut également jouer un rôle si l'espèce a tendance à y creuser des terriers ou à les utiliser comme refuge, à l'instar du Ragondin (*Myocator coypus*) et de l'Écrevisse de Louisiane (*Procambarus clarkii*).



L'Écrevisse de Louisiane creuse des terriers dans les berges.

La température

Une grande part des espèces exotiques envahissantes provient de zones subtropicales ou tropicales du globe, ce qui fait qu'elles sont moins adaptées à des températures basses qui peuvent réduire la production de biomasse des végétaux et la capacité à survivre et à se reproduire des animaux. Il est toutefois rare que de telles conditions soient établies durablement sur toute une masse d'eau et des recolonisations peuvent intervenir à partir des zones présentant des conditions plus favorables.

Les parties aériennes de nombreuses espèces amphiphytes (jussies, Myriophylle du Brésil, etc.) meurent sous l'effet du gel. Il en est de même des **rhizomes** si la zone concernée est en assec et que les sédiments gèlent en profondeur (température inférieure à -5 °C sur une durée suffisante). Cette action du gel (associée à l'assec) semble efficace sur le Myriophylle et le Lagarosiphon (HAURY *et al.*, 2010). Par contre, les **rhizomes** et les parties anciennes protégés du froid par l'eau et les sédiments peuvent survivre.

À l'inverse, pour certaines espèces telles que l'Egérie dense, les températures élevées (30 °C) peuvent conduire à une sénescence des plantes. De telles conditions peuvent cependant également être très défavorables aux plantes indigènes. Pour les animaux, l'augmentation locale de la température d'un plan d'eau peut pousser les espèces à partir à la recherche d'un milieu plus favorable et serait à combiner avec une technique d'intervention directe sur l'espèce, telle que l'installation d'une barrière de piégeage, voire des pêches de destruction lors des opérations de rempoissonnement.

La compétition, la prédation et l'allélopathie

La présence d'espèces sociales vigoureuses, telles le Roseau (*Phragmites australis*), la Baldingère (*Phalaris arundinacea*) ou la grande Glycérie (*Glyceria aquatica*) – ayant elles-mêmes parfois un comportement envahissant – peut limiter la progression de certaines plantes exotiques, telles que les jussies. Diverses observations, notamment sur la vallée de l'Erdre en Brière et sur des marais Charentais, montrent toutefois une capacité des jussies à envahir certaines roselières affaiblies par une pression des rongeurs exotiques envahissants, par la fauche ou par une augmentation des niveaux d'eau lors des périodes propices au développement des jussies.

Les roselières denses des rives peuvent également jouer un rôle de « filtre » à boutures des plantes **amphibies** en les empêchant d'accéder au contact eau/terre : les fragments de tiges transportés par les eaux ne peuvent s'enraciner. Des observations en Brière, par exemple, montrent que laisser une roselière en bordure du cours d'eau permet de limiter la colonisation des prairies humides par la forme terrestre de la Jussie à grandes fleurs (*Ludwigia grandiflora*). Il est également à signaler que des complexes d'invasives compliquent la gestion, avec des compétitions inter-spécifiques, par exemple entre Jussie et Egérie dense ou autres hydrophytes submergées, mais également des phénomènes de facilitation, avec la consommation de la Jussie par le Ragondin favorisant sa **dispersion** (J.-P. DAMIEN, com. pers.).

Le courant

Les espèces exotiques aquatiques strictes ne s'implantent généralement pas dans les zones de fort courant. Les végétaux ne peuvent se maintenir en herbiers denses qu'à proximité des berges, dans les bras morts et les milieux stagnants. Toutefois, leur implantation reste possible dans des biotopes courants où ils ne peuvent se développer en masse mais conservent leurs capacités de production de boutures vers l'aval.

L'accélération de la dynamique fluviale est un élément intéressant pour réduire l'implantation des plantes aquatiques invasives. Mais il s'agit de manipulations de milieu qui ne sont pas



Roselière sur le Lac de Grand-Lieu (44).

généralisables. L'amélioration de la continuité écologique de la trame bleue est un des principaux objectifs de la restauration des cours d'eau, dans le cadre de l'application de la DCE. Sur certains secteurs, cela signifie des destructions ou des arasements de seuils, avec une accélération de la dynamique fluviale, ayant des conséquences plutôt positives sur les invasions végétales. À l'inverse, l'aménagement de micro-seuils ou d'épis peut créer des milieux propices à l'installation de petites **populations**.

Il est également à souligner que les reconnections d'annexes hydrauliques sont à mettre en œuvre avec beaucoup de prudence : lorsqu'il y a des herbiers d'invasives présents, l'augmentation des débits (et des connexions milieux périfluviaux-cours principal) accentue les risques de fragmentation et donc de bouturage. Une surveillance des milieux concernés par ces modifications hydrauliques est à préconiser.

L'accès à la lumière

Intervention sur la ripisylve

Les milieux ombragés sont généralement peu colonisés par les espèces végétales **amphibies** qui ont des besoins lumineux notables, au contraire des plantes immergées, dont particulièrement l'Egérie dense et le Lagarosiphon, qui peuvent se développer dans des milieux ombragés ou des eaux relativement turbides.

Les plantations d'arbres et d'arbustes sur les berges peuvent donc jouer un rôle régulateur sur certaines des espèces, dont les jussies et le Myriophylle du Brésil. Il conviendra toutefois de ne pas négliger l'aspect paysager, de prendre en compte l'effet éventuel sur les autres macrophytes présents, de diversifier autant que possible les espèces à implanter en veillant à leur caractère indigène et local et de ne pas généraliser ces plantations riveraines pour lesquelles il faut, de plus, prendre en considération la largeur des cours d'eau. La prise en compte des **ripisylves** lors de travaux de restauration des milieux (élagage, curage, etc.) est importante pour préserver le

maximum de végétation en pied et en haut de berges.

Par ailleurs, la **ripisylve** peut s'avérer être une contrainte notable pour les interventions mécaniques depuis les berges et les opérations de replantation doivent être bien réfléchies (plantation sur une seule berge par exemple).

Le bâchage

Plusieurs **actions de gestion** ont été réalisées pour lutter contre les jussies et les renouées, en recouvrant le fond d'un plan d'eau ou les berges par des bâches opaques afin d'occulter la lumière (Côtes d'Armor, Rhône, etc.). Cette bâche (ou géotextile biodégradable) est en général installée après la fauche et le broyage des végétaux terrestres. Ceci n'est applicable que sur de faibles surfaces. La bâche doit rester en place plusieurs années pour affaiblir les plantes susceptibles de repartir et ainsi de percer la bâche si celle-ci est trop fine. Un suivi régulier est donc nécessaire.



Installation d'agrafes pour maintenir la bâche installée sur une station de Renouée du Japon.

Avantages : contribue à rétablir la concurrence par des espèces indigènes tout en réduisant le volume de déchets à exporter.

Limites : méthode non sélective, demande beaucoup de main d'œuvre et est chronophage (surveillance). L'occultation agit sur tous les végétaux, peut conduire à la sélection des plantes les plus résistantes et favoriser, à l'extrême, la repousse précoce des plantes à forte vitalité au détriment des plantes indigènes souvent moins compétitives.

Précautions : pour que cette technique soit efficace, il faut veiller au moindre soulèvement de la bâche, surveiller ses abords et arracher les éventuelles repousses.

La turbidité

La croissance des végétaux invasifs strictement aquatiques serait également limitée par les fortes turbidités. Ces turbidités sont fréquentes dans les canaux et fossés des zones humides (fouissages par les animaux sauvages, chasses hydrauliques). Leurs causes sont souvent localisées et leurs effets plus ou moins temporaires. Elles demeurent peu souhaitables à court et moyen termes pour les autres organismes vivants (flore indigène, faune) et pour les fonctionnalités écologiques des milieux concernés.

La mise en assec

Ce procédé vise à assécher temporairement une zone en eau afin d'exposer les plantes à des niveaux de dessiccation qui entraînent théoriquement la mort des parties érigées (tiges feuillées) et rendent impossible la survie des **rhizomes**. Pour la faune, cette

technique permet de récolter l'ensemble de la macrofaune du plan d'eau, avec l'utilisation d'un filet ou par ramassage manuel. L'assec peut être mis en œuvre sur une portion de fossé ou d'un cours d'eau (pose de batardeau ou utilisation d'ouvrages) ou la vidange d'un plan d'eau. L'efficacité de cette technique dépend de la nature du sédiment, du degré de dessiccation atteint en profondeur dans celui-ci (> 20 cm) et de la durée de la dessiccation (plusieurs semaines). Certaines espèces **amphibies** telles que les formes terrestres telles que la Jussie ou la Crassule de Helms, supportent toutefois assez bien des assèchements temporaires voire prolongés, comme l'Écrevisse de Louisiane. Pour les jussies, ces assecs sélectionnent des formes terrestres plus résistantes qu'il devient plus difficile de gérer que les formes aquatiques (HAURY & BARLOY, 2017).

Des assèchements ou des baisses de niveaux d'eau peuvent favoriser le gel des plantes aquatiques qui ne sont alors plus protégées par la masse d'eau. Il faut toutefois réaliser ces interventions en étangs et sur des tronçons courts (entre ouvrages, ou batardeaux de terre) et isolés des autres secteurs du cours d'eau pour ne pas nuire à d'autres organismes vivants. Les assecs ayant des impacts importants sur les biocénoses et les sédiments, il conviendra de s'assurer des possibilités de récupération du milieu après une telle intervention.

La durée de l'assec étant en lien direct avec l'ampleur des impacts sur le milieu et les plantes, il convient de conduire cette modalité d'intervention avec prudence, en lien avec des experts afin d'identifier la durée adéquate de l'assec.



Étang de Brenne en assec (36). La vidange a permis de retirer les poissons exotiques tels que le Poisson-Chat.

Avantages :

- permet la réalisation des opérations d'entretien courant des ouvrages et des sédiments accumulés ;
- peut être combiné avec d'autres types d'intervention (arrachage manuel ou mécanique selon développement, travail du sol, ensemencement, plantation, désherbage thermique, etc.) pour obtenir une meilleure efficacité.

Limites :

- très impactant pour le milieu et les espèces présentes ;
- l'assec peut être difficile à atteindre en raison de l'humidité résiduelle qui persiste très souvent dans les fonds, d'autant plus si les sédiments sont très organiques et conservent longtemps leur eau interstitielle ;
- pour certaines plantes exotiques envahissantes, les banques de graines peuvent permettre une recolonisation rapide des sites après remise en eau.

Précautions : si le site est composé de plusieurs étangs, il est conseillé d'en maintenir quelques-uns en eau pour maintenir les **populations** d'amphibiens indigènes sur le secteur. Ces étangs pourront faire l'objet d'autres mesures de gestion adaptées à l'espèce ciblée. Pour la faune exotique envahissante (amphibiens et écrevisses), la pose de grilles de protection lors de la vidange est nécessaire afin d'éviter la propagation des individus. Des barrières de piégeages peuvent également être installées autour du site mis en assec afin de recueillir les individus à la recherche d'un milieu plus favorable.

Restauration du milieu

Dans un certain nombre de cas, la réhabilitation ou la restauration complète de la zone touchée peut s'avérer nécessaire. Ceci peut conduire à une régulation indirecte des espèces exotiques envahissantes par des aménagements et du génie écologique. Le remodelage des biotopes, suite à une opération d'enlèvement des espèces (sans forcément constituer une éradication), s'il a pour objectif d'empêcher les espèces exotiques envahissantes de retrouver des conditions favorables, peut s'avérer une solution relativement efficace. Cette action pourra concerner un ou plusieurs paramètres évoqués ci-dessus (courant, accès à la lumière, nutriments, température, etc.)

La lutte chimique**Pour les plantes aquatiques**

Depuis fin 2009, il n'existe plus aucun produit phytosanitaire homologué pour les milieux aquatiques.

En outre, l'arrêté ministériel du 12 septembre 2006 précise les conditions de traitement à proximité des points d'eau (ZNT : zones non traitées). Cet arrêté a été depuis repris et précisé dans plusieurs départements (cf. *partie chapitre sur la réglementation*, page 26).

Pour les plantes de berges et les formes terrestres des plantes aquatiques

Des herbicides restent autorisés pour des applications sur les plantes terrestres (sous réserve d'une absence d'entraînement du produit dans les eaux). Aucun d'entre eux n'étant cependant

spécifiquement dédié à cet usage, il convient de mettre en œuvre des interventions présentant une efficacité certaine avec les risques les plus réduits possibles. Il est à souligner que même si leur usage est parfois autorisé nationalement, des arrêtés préfectoraux peuvent en interdire l'usage localement.

Le Sénéçon en arbre fait l'objet de tests avec différents produits qui n'ont pas encore apporté de résultats probants. Depuis 2003 la Communauté d'Agglomération Cap Atlantique (presqu'île de Guérande), avec l'aide du SRPV des Pays de la Loire, teste des protocoles (pulvérisation sur des rejets et dévitalisation de souches au pinceau) avec différents herbicides sélectionnés pour leur faible rémanence, avec un suivi de leur **dispersion** pour évaluer leur impact écotoxicologique. Néanmoins les arrêtés préfectoraux interdisant l'usage des pesticides dans les zones inondables en limitent désormais très fortement l'usage, les développements en zone plus sèche étant très restreints. Le cas particulier de la gestion par envoi d'eau salée ou saumâtre ou submersion de certaines parties de marais littoraux est à citer, même si ces essais restent encore expérimentaux, sont soumis à dérogation et ne sont praticables qu'en milieu littoral.

Pour la faune

L'utilisation d'appâts empoisonnés pour attirer les animaux dans un piège est strictement interdite depuis 2007.

► Les techniques de gestion spécifiques à la flore**L'arrachage mécanique**

Les interventions mécaniques ont pour objet d'améliorer le rendement des opérations d'enlèvement. Les rapports coût-efficacité sont souvent intéressants. Ces interventions sont très impactantes pour le milieu (remaniements brefs et intenses qui affectent tous les organismes vivants, pollution physique provenant de la remise en suspension des sédiments superficiels, etc.) et doivent être réservées à des opérations de restauration de sites fortement colonisés. Il demeure important de diagnostiquer au préalable la sensibilité du milieu pour connaître ce qui est susceptible d'être temporairement ou définitivement perdu au niveau des habitats et/ou des espèces, dans le respect de la réglementation en vigueur. Il est fortement recommandé d'accompagner les interventions mécaniques par des techniques complémentaires de finition ou d'entretien à base de techniques manuelles.

Précautions : en milieu aquatique, la mise en place de filets est primordiale, avec des ramassages fréquents. De nombreuses interventions non maîtrisées ont conduit à une colonisation de zones aval très complexe à gérer par la suite. Ce dispositif augmente le montant des travaux mais ne doit pas être négligé pour éviter la propagation des plantes exotiques envahissantes.

Le faucardage et la fauche mécaniques**Les plantes aquatiques immergées**

Le faucardage est très largement employé depuis de nombreuses décennies pour réguler les peuplements de végétaux aquatiques

indigènes. Une coupe et une récolte simultanée (moisson) est possible avec des engins spécifiquement conçus (bateau moissonneur). Ces interventions sont réservées à des plans d'eau ou des milieux aquatiques de grandes dimensions aux fonds assez réguliers et concernent exclusivement les plantes immergées. Cette technique est également utilisable sur les canaux navigables en raison de l'absence de courant et de la possibilité de fermeture du secteur en travaux par des écluses par exemple. Elles sont à répéter annuellement et leur durée d'efficacité est généralement réduite à quelques mois. Par rapport au faucardage seul, elles présentent l'important avantage de retirer du milieu aquatique les plantes coupées au fur et à mesure de l'avancée de l'appareil et donc de limiter l'abandon de boutures dans le milieu.



Faucardage de l'Egérie dense à Fontenay-le-Comte (85).

© J. Haury

Avantages : permet d'agir sur de grandes surfaces et peut favoriser les espèces indigènes concurrentes.

Limites :

- méthode non sélective
- utilisée de manière occasionnelle, elle n'aura que des effets temporaires voire stimulera la reprise des plantes, le système racinaire n'ayant pas été touché.

Précautions :

- cette coupe, même suivie d'une récolte partielle des végétaux coupés est à éviter dans le cas des végétaux exotiques en raison de la difficulté de gestion des boutures qui sont systématiquement produites ;
- tenir compte des capacités de fuite des organismes nageurs : il convient d'adopter un rythme d'avancement du bateau en rapport avec les vitesses de fuite des alevins de poissons (15 à 20 cm/s soit 0,5 km/h), qui sont les hôtes privilégiés des herbiers de tous types. De plus, des tests réalisés sur la Sèvre Niortaise ont montré que les captures de poissons par les tapis roulants d'un bateau moissonneur étaient inférieures dans l'après-midi et lorsque l'appareil fonctionnait dans le sens du courant (HAURY *et al.*, 2010).

Les plantes de berges

La coupe et la fauche mécaniques occasionnelles sont généralement déconseillées, puisqu'elles ne permettent d'aboutir qu'à une revitalisation des plantes, avec seulement des effets visuels très temporaires.

Pour le Sèneçon en arbre, la coupe répétée sur une même saison pendant plusieurs années a toutefois donné de bons résultats (sur quelques sites-tests entretenus par les paludiers sur les marais de Guérande). Cette opération réalisée avant la floraison peut en outre permettre d'épuiser le stock de graines. Elle permet également de traiter les pieds **vivaces** avec d'autres méthodes.

Pour les renouées, les coupes de tiges constituent des opérations à risque en raison des probabilités de **dispersion** des fragments susceptibles de bouturer. Toutefois, elles donnent de bons résultats sur plusieurs années si elles sont faites de manière répétée au cours de la saison de végétation et pendant plusieurs années, ce qui tend à affaiblir les **rhizomes**. Le réglage de la barre de coupe suffisamment haut permet d'éviter de toucher à la base des plantes et de disperser les **rhizomes** qui sont les éléments majeurs de **dispersion** de ces espèces.

L'enlèvement avec pelle mécanique pour les plantes aquatiques

Les travaux basés sur l'utilisation d'engins dotés de bras hydrauliques permettent soit de réaliser des arrachages de tiges et/ou de pieds en grandes quantités, soit des enlèvements combinés de plantes avec le sédiment. Dans ce dernier cas, les opérations sont alors assimilables à des travaux de curage. Il convient donc de se mettre en conformité avec les procédures réglementaires correspondantes.

Les pelles peuvent être montées sur pelleuses, tractopelles ou sur radeau autotracté. Ces derniers sont réservés à des espaces

en eau suffisamment vastes ou inaccessibles. Ils impliquent également des moyens logistiques complémentaires (barge de stockage).

Ces travaux sont à réserver aux opérations de grande envergure (plusieurs centaines à plusieurs milliers de m³ de végétaux humides), lorsque l'accessibilité aux engins de chantier est bonne. Leur efficacité est diversement appréciée en termes de reprise, le risque principal demeurant la présence de boutures, le maintien de **rhizomes** ou de bases racinaires des plantes et la présence d'une banque de graines. Ces travaux présentent l'intérêt d'ôter une partie conséquente des biomasses et donc de limiter momentanément les nuisances hydrauliques et biologiques.

Pour toutes ces techniques mécaniques, **une finition à la main** (arrachage des tiges résiduelles et ramassage des fragments à l'épuisette) demeure absolument nécessaire.

Bras équipé d'un godet de curage : pratiques de restauration par curage

L'utilisation d'un godet de curage lisse monté sur un bras de pelle mécanique, adapté au curage des fossés en marais, permet de combiner une opération de curage avec l'enlèvement des propagules (**rhizomes**, jeunes plants, boutures, graines) stockées dans les sédiments. Attention, une telle opération ne s'opère qu'une fois lors d'une restauration. Il peut arriver de pratiquer cette opération de manière répétée, si les colonisations sont

récurrentes et ne régressent pas, mais seulement au rythme des curages en marais (de 5 à 20 ans).

Cette opération est rarement réalisée « à sec », sauf dans des fossés atterris. Un godet de profil arrondi et étroit, d'une largeur de 1,5 à 2 m est habituellement employé. La majorité des curages réalisés « en eau » le sont à l'aide de godets de même forme, mais ajourés pour permettre à l'eau de s'échapper. De nombreux bouturages résultent de cette pratique. Il convient donc de prendre les précautions d'usage (filets amont/aval, récolte des boutures à l'épuisette, récolte manuelle des brins en berge).

Avantages : cette technique, combinée à de l'arrachage manuel, se révèle efficace pour la gestion de la jussie dans le marais poitevin, permettant de retirer des biomasses importantes.

Limites : le curage ne peut pas être effectué en cours d'eau : il est donc strictement réservé aux marais connaissant de fortes sédimentations (marais littoraux, fossés des zones humides alluviales) et dont ces procédés font partie de l'entretien ordinaire.

Précautions :

- sur le bassin Loire-Bretagne, cette technique est généralement réalisée en eau dans les zones de marais, à l'automne et en hiver. Elle doit être combinée avec des protections par barrages flottants avec une récolte régulière des fragments et une finition manuelle sur les bordures et dans les années suivantes ;
- les risques de colonisation des parcelles attenantes sur les zones de dépôt des sédiments ne sont pas à sous-estimer et doivent être évalués avant toute intervention.



© M. Trouvé – CEN Centre-Va de Loire

Arrachage mécanique de jussie sur le canal d'Orléans (45).



Arrachage de Jussie à l'aide d'un camion-grue sur la Sèvre niortaise (79).

Bras équipé d'un godet d'arrachage : pratique d'entretien

Des godets de formes variées ont été mis au point ces dernières années afin de permettre l'arrachage et l'enlèvement des plantes en milieu aquatique. Ils comportent classiquement une écuelle ajourée pour permettre à l'eau de s'échapper. Par rapport aux modèles précédents, ils disposent de dents rallongées et rapprochées, assimilables à des griffes courtes. Les fabricants recherchent les meilleurs compromis entre capacité d'arrachage, d'export et de déversement.

Comme pour les méthodes de curage en eau, de nombreux bouturages résultent de cette pratique. Il convient donc de prendre les précautions d'usage (filets amont/aval, récolte des boutures à l'épuisette, récolte manuelle des brins en berge).

Bras équipé d'une griffe d'arrachage : pratique d'entretien

Cette méthode vise à extraire les plantes accompagnées ou non de tout ou partie de leurs **rhizomes**. Le dispositif est composé d'une griffe simple ou double (pince) articulée au bout d'un bras hydraulique. L'opérateur plonge la griffe dans l'eau et se saisit d'une brassée de plantes puis tire ensuite le plus délicatement possible pour extraire les tiges de la vase, accompagnées de leurs **rhizomes** autant que possible. L'efficacité de cette technique est

tributaire à la fois de la dextérité de l'opérateur, mais également de la résistance des fonds et de celle des tiges.

Avantages : dans le cas particulier des griffes montées sur un bateau, une efficacité d'enlèvement améliorée est observée, les mouvements souples réduisant les risques de rupture des tiges.

Limites : l'utilisation de griffes montées sur un bateau permet de soulever l'herbier et d'avoir une assez bonne efficacité d'enlèvement, surtout pour les jussies, mais requiert une hauteur d'eau minimale pour la navigation.

Précautions :

- méthode peu sélective dans le cas de peuplements mixtes avec des végétaux indigènes, ou en marge de peuplements : il convient alors de traiter ces secteurs à la main ;
- le succès de cette technique est dépendant de la résistance des tiges, qui est variable selon le stade de développement des plantes. Le bouturage reste cependant assez important et nécessite de prendre de nombreuses précautions.

L'enlèvement à la pelle mécanique des plantes de berges

La méthode d'extraction des racines par terrassement demeure la plus efficace pour les renouées et le Sénéçon en arbre

(*Baccharis halimifolia*). Ces pratiques radicales sont à réserver à des zones restreintes (quelques dizaines de m²) sur des secteurs à forts enjeux, comme le cas de nouveaux foyers isolés ou à fort risque de **dissémination**. Ces pratiques demeurent peu utilisées car il n'est pas envisageable de retourner les sols pour dessoucher sans garantie de succès sur de grandes surfaces en zones humides et en bord de cours d'eau. Dans tous les cas, il est déconseillé de parcourir les zones humides avec des engins lourds de terrassement pour effectuer un travail diffus, nécessitant de « labourer » des sols sensibles. Il convient de privilégier autant que possible les opérations de prévention.

Avantages : cette méthode permet de retirer tout ou une partie du système racinaire des plantes.

Limites : cette technique est peu sélective, peut entraîner de nombreuses boutures et perturbe beaucoup les milieux.

Précautions : les résidus de terrassement doivent être exportés, car le risque d'enfouir des boutures en comblant à nouveau les trous demeure important même avec un sol préalablement tamisé. L'exportation étant elle-même la principale source de **dissémination** de ces espèces, il convient donc de réaliser des opérations de traitement sur ces sols (concassage, dessèchement en couche mince) pour réduire les risques de bouturages des racines ou des **rhizomes**.



Arrachage mécanique de Renouée du Japon.

Les travaux de curage

Les pertes de fonctionnalités des milieux aquatiques (capacité hydraulique, capacités biotiques) peuvent parfois justifier un recréusement. Ces milieux « vieillissants » sont propices à l'installation de plantes envahissantes qui vont amplifier et accélérer le mouvement de comblement. De plus, ces sites sont des foyers potentiels de **dispersion** de ces plantes pour les milieux aquatiques environnants.

La méthode consiste en un enlèvement simultané d'une épaisseur de vase importante et des végétaux qui s'y sont implantés (**rhizomes**, tiges). Il a aussi pour intérêt d'extraire un stock de graines. Ce travail peut être fait en eau ou à sec.



Curage d'un fossé colonisé par la Crassule de Helms à Gétigné (44).

Le curage en eau

Cette pratique est conseillée pour les milieux recelant de la faune mobile (poissons, amphibiens), pouvant s'échapper du site sur lequel sont réalisés les travaux. Cette technique permet en outre des économies d'eau en absence de vidange. Dans ces conditions, il est en revanche difficile de modeler une ligne de fond et de n'enlever que ce qui est souhaité. Une baisse progressive du niveau de l'eau avant le chantier (une semaine à 15 jours selon la taille du plan d'eau ou du bief) peut être une solution permettant l'échappement des animaux et l'obtention d'une ligne d'eau suffisamment basse pour pouvoir s'en servir de référence pour le profilage longitudinal. La mise en œuvre de cette technique est beaucoup moins problématique dans les plans d'eau vidangeables.

Le curage à sec

Cette méthode est couramment employée pour effectuer un travail avec contrôle visuel. Il est nécessaire d'effectuer une vidange préalable en prenant toutes les précautions nécessaires pour permettre l'échappement de la faune. Pour cela, conformément à la loi « pêche », il convient de se rapprocher de l'AFB pour un cadrage de méthode et des Fédérations départementales de pêche pour un soutien technique, tout particulièrement pour les secteurs relevant de la réglementation de la Pêche en eau douce.

De tels travaux menés en période froide (de la fin de l'automne au début du printemps), sont préjudiciables aux espèces enfouies – cistudes (tortues), anguilles, tanches, carpes – et peuvent avoir des incidences notables sur les biocénoses à l'aval des milieux aménagés (flux polluants d'eaux chargées en matières en suspension, en éléments toxiques, etc.). Il faut donc que ces travaux soient effectués en période de bascule de température, au moment où la faune mobile peut fuir : début du printemps ou fin d'automne et de préférence avant que les végétaux envahissants aient commencé à produire de grandes quantités de biomasse.

Le milieu ainsi traité reste faiblement accueillant pour la flore et la faune benthiques. Le sédiment subsistant est souvent dur et les souches de micro-organismes à la base des chaînes alimentaires nécessitent la présence de vase molle ou de fonds meubles pour se développer de nouveau dans de bonnes conditions. Si on est certain que les sédiments situés à proximité des travaux ne contiennent pas de fragments, boutures ou **rhizomes** de plantes indésirables, il est donc conseillé d'effectuer un « ensemencement » de loin en loin (tous les cinquante mètres en canal, par exemple). Pour cela, l'opérateur d'engin va recueillir une mince pellicule de vase de surface (5 cm) avec le godet de la pelle mécanique, qu'il étend précautionneusement sur quelques mètres carrés de la zone curée. En cas de doute sur l'innocuité des vases, il convient de s'abstenir de tout apport de sédiment. De même, il peut être intéressant d'effectuer à cette occasion la plantation de **rhizomes** ou de pieds d'hydrophytes si l'on dispose de souches résiduelles des **populations** qui étaient antérieurement présentes sur le site. Le recours à des plantes provenant d'autres milieux, même proches, est à proscrire. En aucun cas, on n'introduira des boutures dont l'origine génétique est inconnue (plantes vendues en jardinerie) mais on prélèvera (après recueil d'avis) des boutures de plantes autochtones collectées dans des milieux comparables. Ce travail particulier nécessite une préparation préalable intégrée à un plan de restauration.

Avantages : cette technique permet de retirer les sédiments contenant les **rhizomes** ou les boutures des plantes.

Limites : le milieu curé est faiblement accueillant pour la flore et la faune benthiques et des opérations de réensemencement peuvent être nécessaires.

Précautions : l'extraction des **rhizomes** et des boutures subsistant dans les vases du fond nécessite une finition manuelle complémentaire.

Les interventions manuelles

À l'heure actuelle, elles constituent un ensemble de méthodes qu'il convient de largement préconiser. Très sélectives lorsqu'elles sont mises en œuvre par du personnel formé, elles se justifient pleinement sur des milieux sensibles et/ou à petite échelle et sont le seul recours dans les milieux à faible accessibilité par des moyens mécaniques. Elles sont également préconisées en complément des méthodes mécaniques pour améliorer la durabilité des interventions en contribuant à retirer du site de nombreuses boutures abandonnées par les machines de travaux.

Elles peuvent être utilisées au cas par cas pour des travaux de plus grande ampleur à visées curatives. Il convient de noter le caractère très pénible de ce travail, associé aux risques sanitaires dus au contact direct avec l'eau (leptospirose, bactéries fécales, etc.), ce qui doit amener à ne le mettre en œuvre que dans des situations bien spécifiques, en adoptant des modalités pratiques qui permettent de réduire, autant que faire se peut, cette pénibilité et les risques sanitaires.



Arrachage manuel de Crassula de Helms sur le site du Tenu (44).

L'arrachage manuel

Le travail manuel est souhaitable dans la mesure où la main demeure le seul instrument permettant de jauger de la résistance et de l'intégrité des plantes, même dans des conditions où la visibilité est très réduite (eaux souvent turbides). L'utilisation d'outils manuels (cros, râpeaux, pelle-bêche, baccharache, etc.) peut s'avérer un complément utile aux travaux strictement manuels. Il s'agit de tirer doucement sur les plantes en saisissant d'abord plusieurs tiges, puis le **rhizome** et de retirer la plus grande longueur possible de celui-ci sans le casser. C'est ce travail qui offre les meilleures garanties, sous réserve **d'opérateurs formés, soigneux et méthodiques**. Cela requiert toutefois une surveillance précise des secteurs concernés pour pouvoir intervenir au moment opportun et suppose un inventaire et une délimitation des herbiers par une cartographie préalable.

En milieu aquatique, cette opération peut être réalisée depuis le bord avec des cuissardes, ou depuis une embarcation, dès que les conditions de vitesse de courant et de profondeur des eaux le permettent. Dans la mesure du possible, l'utilisation d'une embarcation est d'ailleurs recommandée car elle limite les impacts locaux sur le site (absence de piétinement) et réduit la fatigue des opérateurs. En cas d'exondation des milieux aquatiques, l'arrachage manuel est délicat et peu efficace. De plus, les interventions tardives, notamment les années à faible niveau d'eau, limitent fortement l'efficacité de l'arrachage manuel et en augmentent la difficulté. Les volumes à extraire peuvent aussi augmenter fortement. Il est donc primordial d'agir le plus précocement possible sur les herbiers en faisant coïncider l'émergence des plantes avec les premières interventions.

Pour le milieu terrestre, il est recommandé d'exporter les plantes arrachées dans des sacs ou les incinérer sur place, lorsque le site est adapté et en respectant la réglementation en vigueur, pour éviter tout risque de ré-enracinement ou de reprise de boutures. L'augmentation de l'intensité des interventions permet d'exercer une pression importante sur les herbiers (passage toutes les 3 à 6 semaines durant la saison). Les volumes plus faibles à enlever au cours de ces interventions successives limitent la pénibilité des travaux et réduisent les coûts de main d'œuvre.

Avantages : cette technique est très sélective et réduit sensiblement le bouturage. L'arrachage manuel est la méthode la moins traumatisante pour le milieu : la progression des chantiers laisse le temps à la faune de s'échapper et la mise en suspension des sédiments est localisée (quelques dizaines de m²). Enfin, même si le foulage et l'extraction des **rhizomes** favorisent le remaniement des sédiments, ils conservent leur cortège d'espèces ou peuvent être rapidement recolonisés.

Limites : cette méthode implique un travail manuel, physiquement fatigant, dans des conditions parfois difficiles et nécessite des moyens humains importants. Il existe également des risques sanitaires dus au contact direct avec l'eau.

Précautions :

- pour agir en toute sécurité, prévoir le matériel adapté (sacs, waders, gants, etc.) ;
- l'arrachage manuel des plantes aquatiques est efficace pour des plantes faiblement enracinées et des espèces peu cassantes ;
- installer des filets ou poser des barrages filtrants pour éviter la **dispersion** des boutures.

Le cerclage

Le cerclage consiste à retirer l'écorce du tronc d'un **ligneux** jusqu'à l'aubier (à l'aide d'une hache, lame, scie, etc.), sur une bande d'au moins 20 cm située à environ 1,30 m du sol, sur 80 à

90 % de la circonférence de l'arbre afin d'éviter que l'arbre ne produise des **drageons**. Cette technique est à appliquer jusqu'à ce que l'arbre s'affaiblisse. Elle est généralement menée entre avril et octobre et peut être appliquée sur des arbres de plus de 10 cm de diamètre. Elle est particulièrement efficace sur l'Érable negundo (*Acer negundo*) et le Robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*).

En complément du cerclage, il est recommandé de surveiller l'arbre pour enlever les rejets plusieurs fois par an. Une fois l'arbre mort, la surveillance est à poursuivre afin d'arracher les nouveaux pieds issus de la banque de graines.

Avantages : le cerclage produit des rejets plus petits que ceux générés par une coupe

Limites : cette méthode entraînant la chute des arbres ou de branches, il est conseillé de ne pas la mettre en œuvre près de bâtiments ou d'une zone fréquentée par le public ou des véhicules.

Précautions : un équipement adéquat sera à prévoir pour la gestion des espèces dont la sève est irritante comme l'Ailanthé (*Ailanthus altissima*).

L'abattage et le dessouchage

L'abattage est une technique à employer accompagnée de dessouchage, d'arrachages ou de fauches répétées (5-6 fois par an durant au moins 5 ans). Ces méthodes sont à réaliser pendant la floraison, afin d'éviter la fructification et la formation d'une banque de graines dans le sol.

Avantages : cette technique, très sélective, peut être utilisée près de bâtiments ou de lieux fréquentés, contrairement au cerclage.

Limites : cette méthode favorise le développement de rejets et de nombreux **drageons**, d'où la nécessité de l'associer avec une autre technique (dessouchage, arrache ou fauchage).



Cerclage de Robinier faux-acacia.

Les techniques de gestion spécifiques à la faune

Le piégeage



Cage piège utilisée pour la capture du Raton laveur en Auvergne.

Le piégeage permet de prélever des individus afin de limiter les **populations**. Il doit être réalisé de manière sélective, avec des cages-pièges pour les mammifères et des nasses pour les amphibiens et les reptiles. Les filets peuvent également être utilisés pour capturer les ongulés, les poissons ou les oiseaux en période de mue pré-nuptiale, alors inaptes au vol. D'une manière générale, le piégeage par cage doit être réalisé par des piégeurs agréés, à l'exception des personnes capturant les ragondins et rats musqués. Les pièges, appâtés, doivent être relevés tous les jours, afin de libérer les espèces non ciblées par cette technique.

Pour le piégeage par nasse, le choix du type de nasse dépend de l'espèce ciblée. À l'exception du piégeage des écrevisses, où les nasses doivent être totalement immergées, il est nécessaire d'équiper les nasses de flotteurs afin de permettre aux espèces non ciblées de respirer à la surface.

Cette technique de gestion est efficace pour certaines espèces car elle diminue la taille de la **population**. Pour d'autres taxons tels que les écrevisses, cette technique peut favoriser la dynamique de reproduction des individus (UICN France, 2015), mais les tests réalisés en Brenne ont permis de mettre en évidence qu'une pression de piégeage suffisante maintenue toute l'année permettait d'obtenir une diminution de la population d'écrevisses. Cela est également dû au choix des nasses, qui comportent des mailles fines (5 mm), permettant de capturer toutes les cohortes d'individus de la population.

Avantages :

- généralement efficace (dépend de la pression de piégeage)
- respectueuse de l'environnement
- méthode partiellement sélective (nasses)

Inconvénients :

- chronophage, les pièges devant être relevés tous les jours
- non sélective (cage)
- peut favoriser la reproduction de certaines espèces (écrevisses, nasses)

Précautions : la pose de piège doit toujours faire l'objet d'une déclaration à la mairie de chaque commune où le piégeage est effectué. Si une espèce non ciblée par le piégeage est capturée, elle doit être immédiatement libérée sans dommage. Sur le domaine public, l'utilisation de nasses dépend des réglementations nationales et départementales. En règle générale, leur utilisation doit faire l'objet d'un arrêté préfectoral dans le cadre d'une intervention de gestion d'une **population** d'espèces exotiques envahissantes.

Le tir

Cette méthode est utilisée par les chasseurs pour les espèces autorisées à la chasse ou lors d'interventions réalisées ou encadrées par les autorités administratives compétentes (agents de l'ONCFS, lieutenants de louveterie et leurs collaborateurs, autres intervenants identifiés par un arrêté préfectoral). Le tir permet une bonne sélectivité de l'espèce ciblée, en s'assurant que l'animal visé corresponde bien à l'espèce à réguler. L'identification peut parfois être délicate et nécessite de bons éléments de connaissance, comme c'est le cas entre la Grenouille taureau et la Grenouille verte. Si elles sont mises en œuvre par des opérateurs non-coutumiers de l'usage d'armes à feu, les opérations de tir doivent être strictement encadrées et toutes les précautions prises pour éviter les risques d'accident.



Régulation de l'Ibis sacré et de l'Érismature rousse par les agents de l'ONCFS sur la façade Atlantique.

Avantage : méthode très sélective

Inconvénient : peut nécessiter des moyens humains importants, le bruit des tirs peut déranger les autres espèces

Précautions : s'assurer du respect des conditions à remplir pour pouvoir réguler par tir l'espèce ciblée. Des arrêtés spécifiques peuvent être pris pour certaines espèces, et pour d'autres la réglementation liée à l'activité de la chasse s'applique. Ainsi, avant toutes opérations de régulation avec comme mode d'action le tir, une consultation des services de l'ONCFS et de la DDT est à réaliser.

Intervenir sur les pontes

Deux types d'actions sont possibles sur les pontes : les récolter ou les stériliser. L'objectif de ces deux méthodes est d'éviter l'apparition d'une nouvelle génération d'individus, qui va se disperser et se reproduire à son tour. La stérilisation des œufs est une méthode discrète qui est utilisée notamment sur les oiseaux dans les zones fréquentées par le public. La destruction des œufs est encadrée par arrêté préfectoral.

Avantage : plus discret que les opérations de tir ou de piégeage et mieux accepté du public

Inconvénients :

- temps de prospection important pour ne pas oublier de ponte ;
- nécessité de coupler avec d'autres techniques de gestion (tir, piégeage) pour une efficacité maximale ;
- actions à répéter chaque année tant que des individus adultes sont observés ;
- possibilité pour certaines espèces de réaliser des pontes de remplacement d'où l'importance de la période à laquelle sont menées les opérations par rapport au cycle biologique de l'espèce concernée.

Précautions : le travail de récolte doit être fait méticuleusement pour collecter tous les œufs de chaque ponte et garantir ainsi l'efficacité de la méthode.



Stérilisation des œufs de Bernache de Canada à Chalette-sur-Loing (45).

La stérilisation

La stérilisation directe des individus est une méthode encore peu appliquée. Elle a été mise en œuvre sur le Vison d'Amérique dans les secteurs où le Vison d'Europe est encore présent (SARAT *et al.*, 2012) ou dans d'autres pays sur le Castor canadien.

Nécessitant une capture des animaux, puis une identification de l'espèce parfois par analyse génétique, des temps de quarantaine sont parfois requis et demandent une logistique lourde pour permettre la stérilisation.

Mesures d'exclusion des populations

L'exclusion des **populations** consiste à empêcher les individus de s'implanter sur certains sites ou de se disperser. Ces méthodes peuvent notamment être utilisées dans des secteurs où les méthodes de contrôle direct ne peuvent être mises en place (zones fréquentées par le public par exemple).



En Brenne (36), certains propriétaires d'étang ont installé des grilles sur les arrivées d'eau afin d'éviter la propagation du Poisson chat dans la chaîne d'étang.

Exclusion physique :

Cette méthode repose sur l'installation de barrières physiques et de clôtures, qui peuvent être adaptés au site et à l'espèce ciblée. La hauteur, la taille des mailles de la clôture, le type de grillage et sa configuration seront à adapter en fonction de l'espèce et à poser correctement pour assurer l'efficacité du dispositif. Ces barrières sont efficaces pour limiter la progression vers l'amont des écrevisses, mais elles limitent également la circulation des nombreuses autres espèces. De plus, cette solution n'est pas applicable aux cours d'eau classés au titre de l'article L.214-17 du Code de l'environnement. Dans le cas de la gestion de la Grenouille taureau en Sologne, ces barrières sont associées à des seaux qui sont enterrés et permettent de récupérer les juvéniles dans leur phase de **dispersion**, ce qui évite ainsi la colonisation des étangs à proximité si le site est envahi.

Avantage : ce dispositif peut se révéler efficace s'il a été bien conçu et installé

Inconvénients : cette méthode n'est pas sélective et peut gêner voire empêcher le déplacement de nombreuses espèces. Il peut également être onéreux en fonction du linéaire à clôturer et nécessite des passages réguliers pour s'assurer du bon état de la barrière.

La lutte biologique

Face à la déferlante d'espèces exotiques envahissantes, les essais et expérimentations pour juguler leur développement et diminuer **leur impact** ont permis d'explorer différentes pistes. L'une d'elles est d'utiliser leurs propres ennemis, que l'on va rechercher dans les territoires d'origine, quand ils n'ont pas été importés en même temps : c'est la lutte biologique. Ces « agents de contrôle » peuvent être des organismes parasites, des prédateurs comme des insectes ou bien des bactéries, des champignons, voire des virus. Cette méthode est surtout utilisée en agriculture où les procédures de choix des agents de contrôle et de test ont été affinées au fil du temps. Si des traces de lutte biologique existent dès 400 avant notre ère, c'est à partir du XVIII^e siècle que cette approche connaît un regain d'intérêt (LEFEUVRE, 2013).



La Coccinelle asiatique (*Harmonia axyridis*) a été introduite en France pour lutter contre les pucerons mais présente des impacts sur des espèces non-cibles comme les coccinelles autochtones.

© S. Varray

Cependant, ses détracteurs évoquent le risque que présente une introduction supplémentaire et les impacts possibles sur des espèces indigènes proches de l'espèce exotique envahissante qu'elle vise à contrôler. La perspective d'une perte de contrôle pouvant avoir d'autres impacts, plus importants encore que ceux occasionnés par l'espèce exotique envahissante ciblée, est évoquée lorsque des projets de contrôle biologique sont envisagés. Si l'agriculture française a recours au contrôle biologique de manière récurrente, il n'y a pas encore eu de projet effectif d'introduction d'espèce ou de pathogène pour gérer une espèce exotique envahissante dans les milieux naturels en France.

Des protocoles très cadrés

Lorsqu'un agent de contrôle biologique est recherché, il est important de s'assurer que les candidats potentiels ne risquent pas d'impacter d'autres plantes ou insectes indigènes. Il n'y a donc pas d'autorisation de lâcher avant qu'un ensemble de tests et procédures ait eu lieu. Très stricts, de nombreux tests sont effectués sur des espèces « cousines » de celles visées et respectent des procédures de sécurité dans des espaces de confinement sécurisés. Les produits et agents de biocontrôle bénéficient de taxes réduites dans le cadre des procédures et d'évaluation des demandes d'autorisation de mise sur le marché. En effet, une agriculture moins dépendante aux pesticides est l'une des priorités de l'État.

Lutte biologique, contrôle biologique ou biocontrôle

L'article L. 253-6 du Code rural et de la pêche maritime définit les produits de biocontrôle ou lutte biologique comme « *des agents et des produits utilisant des mécanismes naturels dans le cadre de la lutte intégrée contre les ennemis des cultures* ». Il s'agit donc d'un ensemble de méthodes de protection qui repose sur l'utilisation des mécanismes naturels. Les techniques se basent sur les mécanismes et interactions qui régissent les relations entre espèces.

La lutte biologique repose sur l'introduction de pathogènes ou organismes consommateurs spécifiques à l'espèce ciblée : elle vise soit à leur installation, soit à leur réintroduction régulière, les pathogènes ou organismes pouvant ne pas survivre à moyen terme. Elle peut aussi prévoir de renforcer des **populations** indigènes. Son objectif n'est pas l'éradication des ravageurs ou des espèces exotiques envahissantes, mais de les contrôler. Autrement dit, il s'agit d'arriver à un équilibre.

L'Australie tente depuis longtemps de reprendre le contrôle sur des espèces introduites par les activités humaines, au moyen de la lutte biologique, pas toujours de manière heureuse. Ces tentatives sont souvent citées pour illustrer les risques liés au contrôle biologique des milieux naturels. Par exemple, l'introduction du Crapaud géant en 1935 pour contrôler les insectes dans les plantations de canne à sucre s'est révélée catastrophique, bien qu'elle soit partie d'une bonne intention : utiliser moins de produits chimiques. Non seulement la méthode n'a pas eu l'effet escompté, mais l'espèce s'est mise à pulluler et s'est répandue très rapidement sur l'île-continent, au point de mener



Une étude réalisée en Grande-Bretagne a montré que la rouille *Puccinia komarovii* var. *glanduliferae* pourrait être un agent de contrôle biologique de la Balsamine de l'Himalaya (*Impatiens glandulifera*) (VARIA *et al.*, 2016).

certaines espèces indigènes à l'extinction. Le Crapaud géant est aujourd'hui considéré à l'échelle internationale comme l'une des pires espèces exotiques envahissantes – au vu de son impact sur la chaîne alimentaire dans les écosystèmes où elle a été introduite. Aujourd'hui, l'Australie est beaucoup plus rigoureuse sur l'introduction de nouvelles espèces et il faut respecter un grand nombre de protocoles et de procédures pour obtenir une autorisation d'introduction.

Le cas du Charançon et de l'Azolle fausse fougère

L'Azolle fausse fougère (*Azolla filiculoides*) est une petite fougère d'origine sud-américaine, flottant librement à la surface de l'eau, où elle s'étale rapidement lorsque les conditions favorables sont

réunies. Introduite au XIX^e siècle en Europe pour l'ornement des bassins botaniques et des aquariums, elle s'en est échappée. Sa prolifération peut être fugace et est généralement imprévisible ; sa gestion en est d'autant plus difficile.

Un petit coléoptère phytophage, *Stenopelmus rufinus*, originaire d'Amérique, a été introduit en même temps que l'Azolle fausse fougère. Il s'est installé en Europe avec son espèce de prédilection et représente un potentiel de gestion de l'Azolle, particulièrement lors des développements importants. Ces derniers sont observés lorsque le Charençon *Stenopelmus rufinus* est absent.

Des recherches ont été réalisées pour identifier des sites d'expérimentation sur cette espèce (SARAT *et al.*, 2015 a). Dans certains sites, *Stenopelmus rufinus* était déjà présent. Des individus collectés ont été élevés dans des conditions de confinement en Grande-Bretagne et aux Pays-Bas, puis relâchés dans les sites où l'Azolle fausse fougère avait été observée : en Grande-Bretagne, en Belgique et aux Pays-Bas.

Ces expérimentations ont montré l'efficacité du contrôle biologique de l'Azolle fausse fougère par *Stenopelmus rufinus*, les difficultés étant surtout administratives et climatiques (hivers rigoureux).

Un psylle pour la Renouée ?

Des laboratoires en Grande-Bretagne ont mené des recherches pour un agent de contrôle biologique des renouées asiatiques et, suite à de nombreux tests, ont annoncé en mars 2010 le lâcher sur quelques sites d'*Aphalara itadori*. Il s'agit d'une petite *Psyllidae*, originaire du Japon, qui s'est montrée particulièrement spécialisée dans la consommation de ces renouées. Ces petits insectes peinent cependant à établir des **populations** suffisamment importantes pour limiter les massifs de renouées asiatiques sur lesquels ils sont relâchés.

Le renforcement de populations indigènes

Des études menées par l'Université Claude Bernard (Lyon 1) ont porté sur la résistance d'espèces locales à la colonisation et à la prolifération d'espèces exotiques envahissantes, en particulier des



Des expérimentations ont montré que le charençon *Stenopelmus rufinus* permettait de contrôler le développement de l'Azolle fausse-fougère.



Étude de la mise en concurrence de la Renouée asiatique et de l'Ortie par le LEHNA.

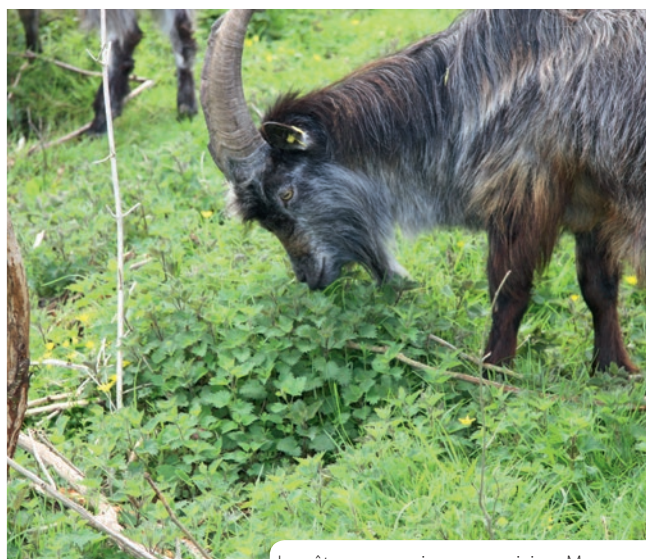
renouées asiatiques : le complexe des *Fallopia sp.* Cet ensemble d'espèces et leurs hybrides : *Fallopia japonica*, *F. sacchalinensis*, *Fallopia x bohemica*, représentent en effet un enjeu de gestion important en France comme dans de nombreux autres pays d'Europe. Une fois installées dans une station et les premiers stades de colonisation passés, ces espèces sont très difficiles à éradiquer et seulement au prix d'efforts importants, même constants.

Les *Fallopia sp.* disposent en effet de fortes capacités de régénération dues à leur développement rapide, à leurs **rhizomes** de réserves et à une facilité de bouturage spontané déconcertante. Introduites au XIX^e siècle à des fins ornementales et mellifères, elles ont colonisé une grande partie du territoire métropolitain, continuant de s'étendre dans les stations où elles se trouvent et d'en conquérir de nouvelles.

Afin de développer des méthodes de gestion innovantes et durables reposant sur les principes de résistance biotique, des



Sur la réserve naturelle régionale de Saint Mesmin (45), une station de renouée a été contenue grâce à la plantation de boutures de saules après l'arrachage manuel de la Renouée asiatique.



Le pâturage caprin, comme ici en Mayenne, permet d'éviter le développement de massifs importants de Renouée asiatique.



études ont cherché à déterminer si la présence d'espèces locales pouvait offrir une résistance à la colonisation et à la prolifération des *Fallopia sp.* Au-delà de leur développement aérien et racinaire, la prise en compte des traits chimiques des espèces locales a montré que l'espèce introduite pouvait être sensible à des composés chimiques produits par des compétitrices résidentes (CHRISTINA *et al.*, 2015). Testé en laboratoire, le Sureau yèble présente de bons résultats de contention des colonies de *Fallopia sp.* Des tests sont en cours en milieu naturel en région Auvergne-Rhône-Alpes. D'autres espèces sont également envisagées pour répondre aux particularités des différents sites, comme le Framboisier, la Consoude, l'Ortie et le Cornouiller sanguin.

D'autres expériences de gestion des *Fallopia sp.*, comme l'arrachage, le bâchage et la plantation de saules sur un site en Bretagne (SARAT *et al.*, 2015 b) ont montré l'intérêt d'une approche intégrée pour la gestion des espèces exotiques envahissantes à l'aide d'espèces indigènes.

La consommation par les espèces indigènes

Quelques espèces locales consomment des espèces exotiques envahissantes. Notamment, la Loutre d'Europe a fait des écrevisses américaines l'un de ses mets de prédilection. Elle adapte en fait son régime alimentaire aux disponibilités locales (BOUCHARDY *et al.*, 2011), les proies les plus abondantes et faciles à capturer étant ainsi favorisées. Les écrevisses exotiques peuvent donc dans certains secteurs devenir les proies principales de cette espèce indigène et patrimoniale. Elle contribue ainsi à la limitation du développement des écrevisses exotiques, là où leurs aires de distribution se recoupent.

Les plantes exotiques envahissantes sont encore peu consommées. Si l'on trouve des traces, sur les renouées asiatiques ainsi que sur les jussies, de leur consommation par quelques invertébrés, il s'agit encore pour le moment de consommation à la marge qui a peu d'effet sur leur développement. La renforcer de manière artificielle pourrait être une piste à envisager pour mieux gérer les espèces exotiques envahissantes.

Le pâturage

Certains végétaux exotiques ont été introduits en tant que source potentielle de fourrage pour le bétail, comme les renouées asiatiques par exemple, dont des qualités fourragères, mellifères, stabilisatrices des sols et ornementales étaient appréciées. Entre la date de leur introduction (1830 pour la Renouée du Japon) et 1930, elles sont restées relativement discrètes. Depuis, leur diffusion, leur répartition et leur impact dans les milieux artificialisés, semi-naturels et naturels, les classent au rang des pires invasives au monde. Or, la présence dans leurs tissus d'acides organiques et oxaliques, peu digestes, les rend peu appétentes pour le bétail. Dans certains troupeaux de bovidés pourtant, certains individus y auraient pris goût (J. HAURY, comm. pers.). Seules les chèvres semblent bien s'accommoder des qualités gustatives et digestibles de ces végétaux, et représentent un moyen de gestion moins coûteux que les fauches répétées. De nombreuses initiatives ont été mises en place en Bretagne, Auvergne-Rhône-Alpes, Pays de la Loire et Lorraine. Leur suivi à moyen et long terme permettra d'évaluer les avantages de cette méthode.

Pour les jussies sur prairies, un pâturage à forte densité par des chevaux et des bovins permet de limiter leur biomasse et d'empêcher leur fructification (*cf. retour d'expérience de gestion page 106*).

Les périodes d'intervention

D'une manière générale, la période d'intervention est à définir en fonction de l'écologie de l'espèce ciblée et de la technique envisagée, des contraintes environnementales et des conditions de milieu (portance des sols, niveau d'eau, etc.). Certaines techniques comme la mise en assec sont plutôt à réaliser en hiver pour les plantes aquatiques sur un plan d'eau, tandis que d'autres (arrachage manuel) sont à mettre en œuvre lorsque les plantes sont développées (courant de l'été), mais encore en milieu aquatique. Le calage des périodes d'interventions nécessite dans tous les cas des observations préalables précises sur l'état de la colonisation, à partir de données antérieures et récentes (quelques jours/semaines avant l'intervention). En effet, pour certaines plantes comme les renouées asiatiques, la période de développement est très souvent différente d'une année à l'autre.

► Les périodes d'intervention sur la flore

Il apparaît le plus souvent judicieux que les interventions soient réalisées de manière précoce : la taille moindre des herbiers et des plantes conduit à un risque plus faible de production de boutures, pour un même niveau de précautions lors des travaux d'enlèvement et limite les quantités de biomasse à évacuer et valoriser.

Pour les espèces aquatiques

Lorsqu'il s'agit d'arrachage mécanique de Jussie ou de Myriophylle du Brésil, il peut être cependant conseillé de ne pas mener l'intervention trop précocement car les végétaux sont encore tendres en début de saison. Il est alors préférable d'attendre un peu pour avoir une traction supérieure sur les plantes sans cassure, en raison d'une lignification partielle des tiges, ce qui permet de retirer le système racinaire plus efficacement. Par ailleurs une intervention trop précoce peut ne concerner qu'une



Pour les espèces à reproduction sexuée, comme l'Ambrosie à feuille d'Armoise, il est préconisé de retirer la plante dès la formation des appendices floraux, afin d'éviter la formation d'une banque de graines dans le sol et la dispersion de son pollen hautement allergène.

partie des herbiers, certains n'étant visibles que relativement tardivement. Il est donc important de suivre l'évolution du développement de ces plantes pour limiter les quantités à extraire, tout en s'assurant de l'efficacité de l'arrachage.

D'autres paramètres sont également à prendre en compte dans le cas de travaux de gestion, comme la portance du sol, l'humidité, le dérangement de la faune, c'est la raison pour laquelle les travaux sur les espèces aquatiques, en particulier dans les mares devront se dérouler préférentiellement en septembre (limitation de l'impact sur la reproduction des amphibiens et odonates). Pour les années où un retard de végétation est constaté, les travaux devront être décalés en conséquence pour une meilleure efficacité.

Les interventions avant la fructification sont également conseillées pour éviter les risques de transport et de **dispersion** de graines.

Pour les espèces terrestres herbacées ou arbustives

Pour les espèces capables de reproduction sexuée, telles que l'Ambrosie à feuille d'Armoise, il est conseillé de réaliser l'intervention de gestion avant la montée en graine de la plante, afin d'éviter la formation d'une banque de graines dans le sol. Pour l'Ambrosie, les graines sont viables pendant 10 ans.



La gestion des plantes aquatiques, comme le Myriophylle du Brésil, doit être réalisée en milieu ou en fin de saison végétative pour éviter que les plantes ne se fragmentent.

Pour les espèces arbustives et arborées, les opérations de gestion peuvent se dérouler toute l'année, en fonction de la technique choisie. Dans le cas d'une coupe, il est conseillé d'intervenir en sève montante et au printemps pour diminuer la repousse avec le stress hydrique estival. Les opérations de coupe et de rognage peuvent néanmoins se dérouler tout au long de l'année.

► Les périodes d'intervention sur la faune

Différentes périodes d'intervention peuvent être identifiées pour la faune. Elles nécessitent de bien connaître le cycle biologique de l'espèce, car il est possible d'agir :

- en période de mue (oiseaux) : certaines espèces muent au cours de leur cycle biologique et sont incapables de voler durant ce laps de temps. Il peut alors être envisageable de les attraper avec des filets ;
- en période de ponte et/ou nidification (amphibiens, oiseaux) : agir sur les pontes (ramassage, stérilisation des œufs) implique de connaître les différentes phases de la reproduction des espèces, ainsi que le type de milieux où les espèces sont susceptibles de déposer leurs œufs ;
- en période de pleine activité des animaux aquatiques (écrevisses) : certaines espèces aquatiques ont une baisse d'activité durant la période hivernale, qui en fait une période de piégeage moins efficace. En Brenne cependant, les écrevisses de Louisiane (*Procambarus clarkii*) sont piégées toute l'année afin de capturer les femelles grainées et larvées, beaucoup plus présentes en automne et en hiver (cf. retour d'expérience page 114) ;

- lors des migrations (amphibiens) : certaines espèces, comme la Grenouille taureau, migrent au printemps puis à la fin de l'été et peuvent être récupérées dans des barrières de piégeage, qui seront à installer avant les périodes de migration ;
- lors de rassemblements (amphibiens, oiseaux) : en Sologne, les grenouilles taureau se regroupent dans les points d'eau permanents en été, qui est la période retenue pour la réalisation de tirs nocturnes (cf. retour d'expérience page 114).



Malgré une baisse de l'activité pendant l'hiver, l'Écrevisse de Louisiane est piégée tout au long de l'année pour capturer les femelles grainées et larvées.

Périodes de gestion pour quelques plantes exotiques envahissantes (adapté d'après GTPI Centre, 2015)

	Noms	Période optimale de gestion (à adapter en fonction de la technique choisie)											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Plantes aquatiques	Crassule de Helms												
	Egérie dense, Elodées, grand Lagarosiphon, Jacinthe d'eau												
	Jussies												
	Hydrocotyle fausse renoncule												
	Myriophylle du Brésil, Laitue d'eau												
Plantes terrestres	Ambroisie à feuille d'armoise												
	Asters exotiques, Solidages												
	Herbe de la pampa												
	Berce du Caucase												
	Balsamines de l'Himalaya, du Cap, de Balfour												
	Renouées asiatiques												
	Vergerettes												
Arbres et arbustes	Érable negundo, Laurier cerise												
	Ailante, Raisin d'Amérique												
	Buddleia du Père David												
	Cerisier tardif, Robinier faux acacia												
	Rhododendron pontique												

La gestion et la valorisation des déchets issus des interventions

► Contexte général concernant les déchets végétaux

Des déchets conservant leur aptitude à se propager

La gestion des plantes exotiques envahissantes devrait comporter un traitement approprié des déchets qu'elle génère. En effet, une fois extraites du milieu où elles étaient installées, certaines espèces peuvent conserver leurs aptitudes à se reproduire, que ce soit par germination des graines ou par bouturage des fragments de tiges ou de **rhizomes**. Dès lors, il est indispensable de prendre en compte les risques de **dissémination** inhérents à la manipulation, au transport, au stockage et au processus de valorisation et d'élimination des déchets de plantes exotiques envahissantes issus d'interventions de gestion. **Ultime étape du chantier, le choix du devenir des déchets fait partie intégrante d'une gestion raisonnée.**

Il revient alors aux acteurs locaux, aux producteurs de déchets de plantes exotiques envahissantes, de prendre leurs dispositions pour que le déchet récolté soit le moins « risqué » possible, notamment en respectant les périodes de gestion les plus adéquates pour éviter de devoir traiter des plantes montées en graines (cf. chapitre sur les périodes d'intervention page 92).

Valoriser les déchets verts de plantes invasives issus d'intervention de gestion est une initiative volontaire, louable, obligatoire.

Toutefois, cette approche doit systématiquement s'articuler autour de l'objectif stratégique de **minimisation optimale du risque de dissémination des plantes invasives**. Si la démarche n'est pas rigoureusement cadrée par les précautions requises pour réduire le plus possible le risque de **dissémination** des plantes invasives, elle est susceptible d'aggraver la situation en favorisant l'apparition de nouveaux foyers d'invasion.

Un budget à prendre en compte dès la planification de la gestion

Malgré la réglementation qui incite à valoriser les déchets organiques, les coûts occasionnés sont souvent difficiles à prendre en charge par les gestionnaires qui se retrouvent rapidement coincés entre une réglementation vertueuse et la limitation de leurs moyens. De fait, **le traitement des déchets de plantes invasives entraîne un coût supplémentaire** qui devra être pris en compte, notamment la première étape d'exportation des déchets hors du site, qu'il soit mené en régie ou par une entreprise prestataire. Par la suite, le coût de traitement dépend de la politique tarifaire des centres de traitement. S'il y a un traitement sur site par enfouissement, celui-ci a aussi un coût de mise en œuvre.

Filières d'élimination ou de valorisation des déchets

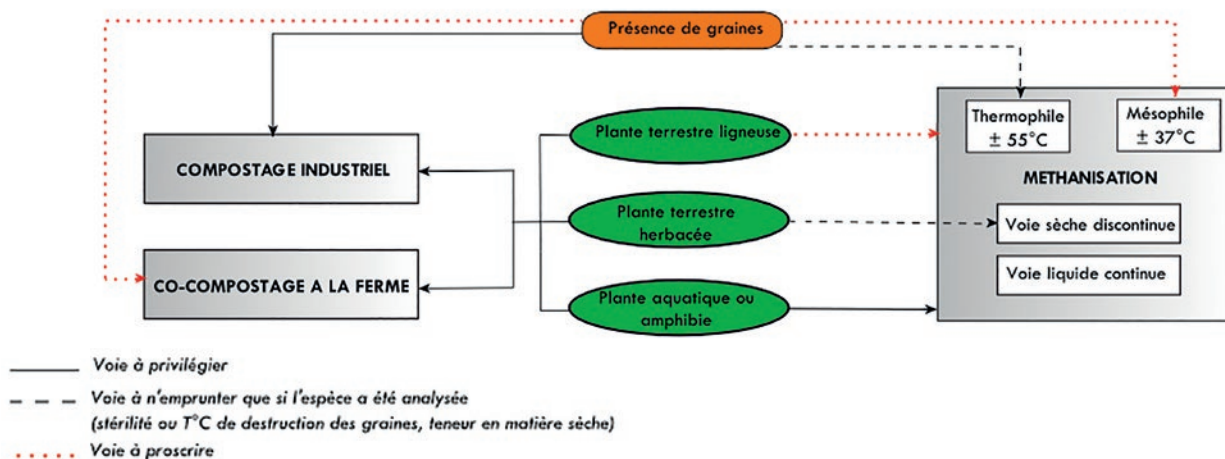
Comme toutes les plantes, les espèces exotiques envahissantes fixent naturellement du carbone atmosphérique en construisant leur biomasse. Aussi, dans la conjoncture actuelle, est-il important d'**éviter tout rejet massif de gaz à effet de serre dans l'air**, en favorisant des modes de traitements alternatifs. En fonction des possibilités, il est ainsi recommandé de choisir une filière de valorisation de la biomasse extraite (compostage, méthanisation, épandage), plutôt qu'une filière d'élimination (brûlage, incinération).

De manière générale, le recours aux processus d'élimination des déchets organiques est envisagé lorsque les possibilités de valorisation ne peuvent être satisfaites pour des raisons techniques,

► Qu'appelle-t-on « déchet » ?

Les résidus issus des opérations de gestion des plantes invasives sont considérés par la réglementation comme des déchets verts, qu'il convient de valoriser de manière à favoriser le retour au sol des matières organiques, tout en limitant les émissions de gaz à effet de serre (cf. page 30).

Les modes de valorisation à privilégier en fonction du type de déchet récolté (d'après VIAL, 2014)



stratégiques ou financières. L'élimination du déchet peut également être préférée à la valorisation lorsque les moyens mobilisables ne permettent pas de s'affranchir des risques de propagation.

Ne répondant à aucune cohérence écologique, sinon celle de se départir de ces risques, ces pratiques d'élimination sont moins coûteuses que de la valorisation et de ce fait plus fréquemment et majoritairement utilisées par les gestionnaires pour de petites quantités de biomasse extraites.

► Les procédés d'élimination des déchets exportés

Le séchage

Le séchage est une opération qui peut s'avérer très utile, en étape intermédiaire, dans la mesure où il permet une réduction quelquefois très importante des volumes et biomasses à traiter. Il sera particulièrement employé pour la gestion des déchets de plantes aquatiques. Les plantes séchées peuvent ensuite être incinérées (pour de petits volumes), voire enfouies ou transférées en décharge. En revanche, le séchage n'est pas recommandé pour les plantes qui sont destinées au compostage.

Pour être correctement menée, cette opération nécessite un **espace où l'accès au public et aux animaux est réduit** (enclos). De plus, il convient de choisir un lieu abrité des vents forts et éloigné de toute zone humide et corridor aquatique, afin de minimiser tout risque de **dissémination**.

Le sol doit être horizontal pour éviter tout entraînement de fragments, boutures et graines par les eaux de ruissellement. De plus, pour limiter les risques de reprise, il peut être envisagé de déposer les produits d'extraction sur une aire bétonnée ou sur une bâche, ce qui facilitera également la manutention ultérieure. Si le sol est stabilisé et peu perméable, il faut aménager un système de rigoles pour évacuer les eaux d'écoulement des plantes et de la pluie. La mise en place d'une grille fine au niveau du collecteur (à nettoyer régulièrement) doit permettre d'empêcher toute fuite de fragments.

La forte charge en matières organiques fermentescibles des **lixiviats** produits par un tas de plantes en fermentation doit amener à étendre suffisamment les plantes afin qu'elles sèchent et ne pourrissent pas au centre du tas tout en continuant à se maintenir en vie en surface. Ainsi, les végétaux doivent être retournés régulièrement, à l'aide d'une fourche pour de petits volumes ou à la griffe montée sur un tracteur pour les gros volumes. Dans tous les cas, une attention particulière devra être portée au nettoyage des outils (cf. *fiches techniques pages 140 et 142*).

Le dépôt en déchetterie

Il débouche généralement sur un enfouissement des matières organiques, après égouttage ou séchage de quelques semaines, bien que l'on observe de plus en plus les déchets verts collectés en déchetteries être broyés et ensuite compostés.

Il est vivement recommandé au maître d'ouvrage d'informer le responsable de la plateforme de gestion des déchets de la nature des déchets verts déposés et de définir avec lui les précautions de

prise en charge. Celui-ci n'étant pas souvent au courant des risques liés aux plantes qu'il accueille, il est nécessaire de lui demander un engagement rigoureux sur la sécurisation du périmètre d'entreposage, à minima pour ce qui concerne les espèces terrestres et **amphibies** qui sont plus susceptibles de résister à la dessiccation que les plantes strictement aquatiques.

Dans tous les cas, il est vivement déconseillé d'y déposer des déchets de plantes invasives montées en graines, car si le traitement futur est inconnu, le risque de **dissémination** est bien trop important pour être occulté.

L'enfouissement

L'enfouissement ou la création de remblais, en combinaison avec d'autres matériaux inertes, souvent accompagné d'un chaulage, est le traitement de ces déchets qui suit la mise en décharge. Ce recours va principalement concerner les espèces très problématiques telles que les renouées asiatiques. Peu de suivis sur ces produits en condition d'enfouissement ont cependant été réalisés à ce jour et il n'est pas possible de recommander cette solution.

Si les déchets disparaissent à la vue, ils continuent néanmoins d'exister et de se dégrader lentement dans le sous-sol en anaérobiose. L'impact des percolations d'eau pluviale, à travers de tels champs de déchets sur les nappes profondes et les couches géologiques n'est pas connu. On peut suspecter qu'il n'est pas neutre. Les enfouissements à faible profondeur sont également générateurs de gaz carbonique, de sulfures et de méthane qui diffusent lentement dans l'atmosphère. En outre, des mauvaises expériences passées lors du dépôt de plantes exotiques envahissantes en centres d'enfouissement rendent les plateformes parfois réticentes à réceptionner ce type de déchets.

L'incinération

Ce mode d'élimination est le second procédé le plus employé. Cependant, en plus de perdre la matière potentiellement valorisable, cette méthode est polluante. En effet, la décomposition non contrôlée produit une fermentation, dégageant du méthane et du dioxyde de carbone, qui contribue à la pollution aux particules fines. L'importance de ces relargages de gaz carbonique et de monoxyde de carbone incite à rechercher d'autres solutions.

Il est ainsi déconseillé de traiter la totalité des déchets de gros chantiers par ce moyen. Le premier argument est fourni par les gestionnaires de stations d'incinération : les incinérateurs d'ordures ménagères n'ont pas la capacité de traitement pour de grosses quantités de produits organiques chargés en humidité résiduelle.

► Les procédés de traitement des déchets sur site

Les déchets issus de la gestion des végétaux exotiques envahissants étant considérés comme des déchets verts, la réglementation prescrit de les valoriser (cf. *page 30*). Dans certains cas et sous réserve de l'obtention des autorisations adéquates, il peut

cependant être possible de traiter ces déchets sur le site, afin notamment d'éviter la contamination de nouveaux milieux.

Le brûlage à l'air libre sur site

Il est possible de traiter les déchets de petits chantiers (de 5 à 20 m³) par le brûlage à l'air libre, après un séchage soigneux.

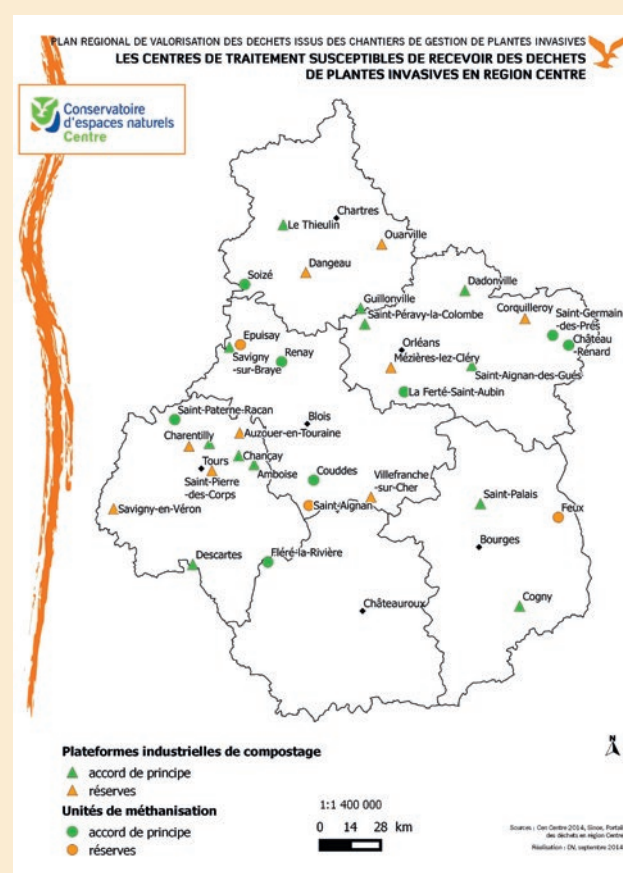
Plusieurs petits foyers peuvent être allumés sur les sites de séchage, pendant la période autorisée. Une attention particulière devra être portée aux modalités de mise à feu. Le brûlage à l'air libre sur site est soumis à des autorisations et des déclarations qui doivent être obtenues auprès des autorités compétentes (mairie, préfecture, DRAAF).

► Une réflexion sur le traitement des déchets issus de chantier par le Groupe de travail « Plantes invasives de la région Centre-Val de Loire »

Face aux questionnements des gestionnaires concernant la valorisation des déchets issus de la gestion des plantes exotiques envahissantes, le Conservatoire d'espaces naturels Centre-Val de Loire a élaboré en 2014 un plan de valorisation de ces déchets à l'échelle régionale (VIAL, 2014).

Ce travail comprenait notamment la réalisation d'un état des lieux des centres de traitement de déchets verts en région Centre-Val de Loire. **32 centres de traitement** qui acceptent potentiellement de recevoir ce type de déchets ont ainsi été identifiés, dont 21 plateformes de compostage et 11 unités de méthanisation. Parmi ces structures, **20 ont donné leur accord de principe** pour traiter ces déchets tandis que 12 émettent des réserves mais sont néanmoins ouvertes à la discussion. D'autre part, plusieurs centaines d'agriculteurs compostent également leurs fumiers en région Centre – Val de Loire. Il n'est cependant pas garanti qu'ils acceptent le traitement des déchets de plantes invasives. Suite à cet état des lieux, le Conservatoire d'espaces naturels Centre-Val de Loire a développé une base de données pour pouvoir renseigner les gestionnaires quant au centre de traitement le plus proche du site à gérer.

Cette étude a été prolongée en 2017 par un stage sur les terres contaminées par des **propagules** de plantes exotiques envahissantes. Son objectif principal était d'analyser la possibilité de développer une filière régionale similaire à celle de la valorisation agronomique des déchets pour le traitement des terres contaminées (CEN Centre – Val de Loire). Pour cela, il a été nécessaire d'identifier les possibilités de stockage, de traitement, d'élimination et de valorisation de ces terres. Par ailleurs, des mesures de précaution associées à la manipulation de ces terres lors des interventions de gestion de plantes exotiques envahissantes en milieu naturel ainsi que des pistes d'actions de prévention ont été identifiées.



Les centres de traitement susceptibles de recevoir des déchets de plantes exotiques envahissantes (d'après VIAL, 2014).

L'enfouissement sur site

Ce procédé peut être utilisé pour certaines espèces telles que les renouées asiatiques ou les espèces aquatiques. Il présente cependant plusieurs contraintes (*cf. ci-après*), dont celle d'un enfouissement suffisamment profond pour éviter la reprise des plantes (environ 4 m pour les renouées ; M. TROUVE, com. pers.). Pour les jussies, l'enfouissement sur site est parfois préféré à une exportation soit pour épandage agricole soit pour un

compostage. Il s'avère intéressant pour des petites populations (PHILIPPE *et al.*, 2017).

► Procédés de valorisation des déchets

Le compostage

Le compostage est un procédé de traitement biologique aérobie (en présence d'oxygène) de matières fermentescibles dans des

conditions contrôlées. Ces matières peuvent être toutes du même type ou alors traitées en mélanges (co-compostage). Le compostage produit du gaz carbonique, de la chaleur et un résidu organique riche en composé humique : le compost.

L'élévation de la température qui accompagne la mise en compostage tend à hygiéniser le compost final obtenu en éliminant les pathogènes ainsi qu'en neutralisant le pouvoir germinatif des graines de plantes adventices, donc potentiellement invasives. Cette température, supérieure à 55 °C pendant au moins trois jours consécutifs, peut parfois atteindre 80 °C en cœur d'andains, ce qui requiert une vigilance extrême pour éviter les départ de feu.

Avant traitement, les déchets peuvent être préparés par broyage pour faciliter leur dégradation. Dans la mesure du possible, il conviendra de s'assurer que le déchet soit exempt de matières inertes et polluantes (sable, gravier, verre, plastique, etc.). Selon les différents procédés, un compostage dure entre 4 et 6 mois. Le compostage peut recevoir tout type de plantes invasives (aquatiques, **amphibies**, terrestres, **ligneuses**) en suivant les protocoles mis en place pour chaque espèce et notamment les températures à atteindre et la durée pour inhiber le potentiel germinatif des graines.

Des expérimentations ont montré qu'il est préférable de mener des opérations de compostage avant que les plantes ne soient

montées en graines, afin d'éviter de la disséminer lors du transport du déchet et de son stockage. Dans une telle logique, il faut prendre garde à ce que le traitement de plantes invasives ne mette pas en danger l'environnement direct bordant le site de traitement et donc s'entourer de précautions pour éviter d'un risque de **dissémination**.

Les protocoles d'élaboration des composts sont actuellement en cours d'optimisation pour plusieurs espèces. Néanmoins, des expérimentations fructueuses ont déjà été menées (DEBRIL *et al.*, 2005). Cette filière propose d'ores et déjà des solutions intéressantes de traitement des déchets de plantes invasives tout en prévenant le risque de propagation encouru.

Des expérimentations complémentaires sont nécessaires afin de mieux connaître le comportement en compostage d'autres espèces pour compléter la démarche et permettre de présenter les déchets de plantes invasives de manière plus sûre aux différents centres de traitement. Le principal point noir étant de s'assurer que les graines de ces autres plantes invasives seraient effectivement détruites pas de tels processus.

Il convient de rappeler par ailleurs qu'il est de la responsabilité du maître d'ouvrage de s'assurer que le centre de compostage a connaissance des risques liés à la nature de ce type de déchets verts et que les précautions et conditions techniques pour s'en couvrir seront respectées.



Apport de Jussieu pour compostage local.

La méthanisation

La méthanisation est un procédé biologique naturel qui digère des matières organiques grâce à l'action combinée de plusieurs bactéries anaérobies (vivant en absence d'oxygène). Pendant 40 à 60 jours, ces matières sont placées à l'intérieur d'une cuve, le digesteur, puis sont chauffées et brassées. La méthanisation produit un fertilisant, le digestat, et une énergie renouvelable, le biogaz.

Le digestat peut être épandu dans les champs alentour selon un plan d'épandage. Il peut également être composté. Le biogaz, majoritairement composé de méthane, peut-être soit valorisé par cogénération (production couplée de chaleur et d'électricité), soit directement injecté dans des réseaux de gaz.

Différents types d'unités de méthanisation existent. Elles sont souvent le projet d'agriculteurs partenaires qui souhaitent valoriser leurs effluents d'élevage et résidus de culture : on parle de méthanisation à la ferme. Collectives aussi, les unités de méthanisation dites territoriales peuvent élargir la palette de provenance de leurs déchets.

En fonction de leurs besoins, ces unités choisissent un procédé :

- la voie liquide continue (la plus courante), infiniment mélangée : le digesteur est réapprovisionné chaque jour par une ration de matières organiques, dont la teneur en matières sèches ne doit pas excéder 18 % ;
- la voie sèche discontinue : ce sont au moins quatre digesteurs disposés en parallèle qui fonctionnent simultanément mais qui sont alimentés en différé (un tous les dix jours par exemple). Ce procédé permet de recevoir des déchets plus structurants, dont la teneur en matières sèches peut excéder 25 %.

Cette différence conditionnera l'acceptation par les installations de déchets de plantes invasives plus ou moins frais. Une marge de manœuvre est cependant possible, par mélange avec les autres déchets de la ration, l'essentiel étant que les déchets n'aient pas entamé de fermentation lors d'un stockage préalable, perdant alors un peu de leur intérêt méthanogène.

La méthanisation à partir de plantes invasives est envisagée par différents acteurs. De façon générale, si cette valorisation est possible, il faut souligner qu'elle nécessite des investissements élevés pour transformer une ressource organique qu'on espère restreindre très fortement et qui, par ailleurs, correspond à un apport saisonnier. Il semble donc que la méthanisation ne puisse s'envisager sur les seules plantes invasives, mais sur d'autres déchets organiques auxquels on pourrait ajouter en tant que de besoin les « récoltes » d'invasives.

À l'instar du compostage, des expérimentations complémentaires restent à mener afin de mieux connaître le comportement en méthanisation et le potentiel méthanogène d'autres espèces pour compléter la démarche et permettre de présenter les déchets de plantes invasives de manière plus sûre aux différents centres de traitement. Le principal point noir étant de s'assurer que les graines de ces autres plantes invasives seraient effectivement détruites pas de tels processus.

Il convient de rappeler par ailleurs que, tout comme pour les plateformes de compostage, il est de la responsabilité du maître

d'ouvrage de s'assurer que l'unité de méthanisation qui va prendre en charge les déchets avec connaissance des risques liés à la nature de ce type de déchets verts et que les précautions et conditions techniques pour s'en couvrir seront respectées.

L'épandage agricole

Il est possible de valoriser agronomiquement des matières organiques fraîches directement en tant que déchet, sans qu'elles ne passent par une étape de valorisation les transformant en produits fertilisants. Tout comme le digestat (considéré comme un déchet), ces matières fraîches sont soumises au plan d'épandage réglementaire et seront autorisés au cas par cas sous réserve d'innocuité et d'efficacité agronomique.

L'épandage de matières fraîches est donc encadré par la réglementation. Or, ne connaissant pas, à ce jour, les teneurs précises en éléments fertilisants des différentes espèces de plantes invasives, on ne pourrait renseigner précisément un plan d'épandage suite à l'apport de déchets de plantes invasives.

En outre, la réglementation reste encore peu claire vis-à-vis de la réelle possibilité de procéder de la sorte. En effet, la circulaire du 10 janvier 2012 (relative aux modalités d'application de l'obligation de tri à la source des biodéchets par les gros producteurs) est restrictive : elle demande à ce que les biodéchets soient valorisés par compostage ou méthanisation et demande à ce que tout produit épandu soit pré-composté.

Ainsi, l'épandage de matières fraîches en plein champs ne peut pas être préconisé. Si cette voie doit être retenue par les gestionnaires, il convient de rappeler alors que les parcelles à épandre doivent être exemptes du risque de reprise : hors zone inondable, éloignées de tout fossé, cours ou plan d'eau, afin d'éviter la reprise des fragments d'hydrophytes. S'assurer également que les matières à épandre soient des déchets de plantes invasives ne produisant pas de graines, car la viabilité des graines ne serait pas annihilée.



Épandage agricole de jussie en région Centre – Val de Loire.

► Cas particulier des renouées asiatiques

Les renouées asiatiques (*Reynoutria spp.*) produisent une grande quantité de biomasse, leurs tiges pouvant croître jusqu'à 10 cm par jour au printemps pour atteindre 3 à 4 m de hauteur. Ainsi, des quantités importantes de déchets verts peuvent être produites.

La connaissance des caractéristiques biologiques et écologiques des renouées asiatiques est nécessaire pour adopter les bons comportements de gestion de ces déchets. Le mode essentiel de propagation de ces plantes est le mode végétatif à partir d'un fragment de tiges aériennes (boutures) ou de tiges souterraines (rhizomes). Une vigilance accrue est donc requise lors du traitement des déchets verts de renouées. Cette étape, souvent

négligée devant l'urgence de la situation, entraîne une mauvaise gestion conduisant bien souvent à l'établissement de nouveaux foyers d'invasions.

Connaissant les capacités reproductives exceptionnelles de ces plantes et leurs impacts majeurs, à l'heure actuelle, **beaucoup de déchetteries refusent les renouées asiatiques pour éviter tout risque de dissémination.**

Les procédés d'élimination par séchage et dépôt en déchetterie, présentés dans les paragraphes ci-avant, **peuvent cependant convenir pour les seules tiges aériennes.** La première réflexion porte alors sur la **nécessité ou non d'évacuer la matière végétale en dehors du site** pour son traitement final.



Lors de la gestion de la Renouée asiatique, il est nécessaire de veiller à récupérer l'ensemble des boutures produites par l'intervention. Dans le cas ci-dessus, une fauche de la berge a été réalisée (1), mais des morceaux de tiges ont été abandonnés dans le cours d'eau adjacent (2), ce qui a produit des repousses (3).

► Valorisation des renouées asiatiques en région Auvergne-Rhône-Alpes

Des expérimentations de compostage des rhizomes de renouées ont été menées récemment en région Auvergne-Rhône-Alpes, dans le département de la Savoie, confiée au bureau d'étude, Concept.Cours.d'EAU, a été réalisée sur une plateforme industrielle de l'agglomération Grand Chambéry, actuellement gérée par SUEZ ORGANIQUE. Des tiges, des rhizomes et des graines de renouées ont été intégrées en quantités massives dans la chaîne de production du compost et leur survie a été étudiée tout au long du procédé.

Les résultats montrent que le procédé, tel qu'il est mis en œuvre sur la plateforme de Grand Chambéry (8 mois de traitement, 6 semaines de ventilation forcée et 2 retournements), conduit à dévitaliser les tiges, les graines et les rhizomes et qu'il n'y a aucun risque de disséminer la plante via la diffusion du produit final. Toutefois comme pour tout chantier manipulant des plantes invasives, il existe des risques spécifiques liés aux déplacements des engins et aux

outils, mais ceux-ci peuvent être facilement maîtrisés par l'adoption de mesures simples et peu contraignantes.

De manière plus générale, cet essai a permis d'améliorer les connaissances sur les capacités de survie des renouées asiatiques lors du compostage en andains. Il a notamment mis en évidence une forte hétérogénéité des conditions auxquelles sont soumises les propagules et les graines. Alors qu'à l'intérieur du tas de compost, les propagules (tiges, rhizomes) sont dévitalisées en quelques mois par dessiccation, celles-ci, comme les graines, peuvent survivre pendant plusieurs mois à la surface du tas. **Ainsi la durée du traitement et le nombre de retournements sont des éléments déterminants, au même titre que la montée en température, pour assurer la dévitalisation complète de la plante.** Ces résultats peuvent être utilisés pour fixer des préconisations plus générales pour d'autres plateformes de compostage.

Il est proposé le raisonnement suivant :

- **aux abords de cours d'eau, fossés et toutes zones humides**, l'objectif est de ne pas laisser les produits de coupe sur place pour éviter tout risque de reprise et de dissémination facilitée par l'eau. Les tiges sont alors soigneusement récoltées et déposées sur une bâche plastique pour exportation, soit en déchetterie si acceptées, soit vers une aire de stockage bétonnée ou une bâche jusqu'à dessiccation complète.
- **en l'absence de tout milieu aquatique ou humide**, on évitera de déplacer les fragments de plantes ailleurs pour empêcher tout risque de propagation lors du transport et de la manipulation des déchets verts. Un broyage fin des tiges au sol doit alors être réalisé.

Les rhizomes brûlent mal et sont les plus efficaces dans la propagation de ces plantes et constituent autant de partie susceptible de générer de nouveaux pieds. Il est donc déconseillé de les fragmenter et de les transporter en dehors du site.

Si l'intervention prévoit l'extraction des rhizomes souterrains pour un traitement de l'invasion en profondeur, leur traitement va souvent être intégré à la gestion globale du foyer de renouée par la technique du concassage-bâchage ou du criblage-concassage (SARAT *et al.*, 2015 b).

Le **concassage-bâchage** consiste à concasser les terres colonisées à l'aide d'un godet concasseur ou d'un broyeur à pierre, à les redéposer sur la zone d'excavation, puis à les recouvrir d'une

bâche plastique épaisse et noire jusqu'à décomposition des rhizomes. Cette méthode a principalement été développée et appliquée par le bureau d'études Concept Cours d'Eau (SARAT *et al.*, 2015 b).

Le **criblage-concassage** consiste à cribler les matériaux afin de séparer la partie fine (réutilisable) de la partie grossière contenant un mélange de matières minérales et de rhizomes, puis à concasser finement les matériaux contaminés avec un concasseur « adapté », pour ensuite les stocker en attendant leur réutilisation pour un nouveau chantier, ou les évacuer en décharge, le cas échéant, car devenus inertes après l'opération de concassage.

► Les terres « contaminées »

La terre contaminée par des propagules de plantes invasives (rhizomes, fragments de tiges, graines) ne doit absolument pas être traitée comme un déchet inerte banal mais comme un déchet hautement dangereux. L'inadaptation actuelle de la réglementation et la difficulté d'étudier la filière ont amené à poursuivre l'analyse sur des **pistes d'actions préventives** à déployer avant et pendant la phase de chantier. Plus généralement, il conviendra d'**intégrer cette problématique dans l'encadrement général du chantier** afin de définir des mesures garantissant son bon déroulé, dans le but de limiter au maximum les risques de dissémination des plantes exotiques envahissantes par les terres contaminées. En effet, un transport non contrôlé des terres



Bâchage d'une station de Renouée asiatique après concassage (28).

facilite la colonisation de nouveaux sites. Si les terres doivent être déplacées, il convient alors de **planifier le parcours** à emprunter afin de minimiser les risques sur les cours d'eau, les corridors écologiques et les paysages remarquables. La délimitation de ces espaces doit être bien visible et l'on peut même avoir recours à de la matérialisation physique par des bandes afin de contenir la circulation et l'évolution des véhicules transporteurs.

Lorsque les terres sont acheminées hors site, il est recommandé de ne pas complètement remplir le camion lors du chargement, en laissant par exemple une marge d'environ 20 cm. Le vide laissé devra être recouvert par des membranes hermétiques. De plus, il faut privilégier l'utilisation de véhicules aux bennes étanches. Cette phase est très importante car elle permet de confiner les sols et les résidus d'espèces exotiques envahissantes lors du transport.

Les véhicules ayant servi pour la mobilité des terres doivent être nettoyés avec soin, et surtout la benne de stockage après utilisation. Des nettoyeuses hautes pressions et des brosses peuvent être utilisées pour récuser à fond tous les recoins pouvant contenir des résidus. Une attention particulière doit également être portée aux **pneus** et aux **arcs de roues**, parties des véhicules pouvant facilement accrocher de la terre. Il faut enfin procéder au nettoyage de tout composant ayant servi lors du déplacement (cas des membranes de confinement).

Les coûts de traitement peuvent rendre difficiles leur mise en œuvre dans la gestion d'espaces naturels. À ce jour, l'absence de réglementation constitue le principal frein à des avancées significatives sur cette problématique.

► La gestion des déchets animaux (d'après SARAT *et al.*, 2015)

La gestion des animaux exotiques envahissants peut générer une quantité de déchets non-négligeable devant être éliminés. En effet, d'après GUEDON (2015), la lutte collective contre les rongeurs invasifs peut produire annuellement plus de 50 tonnes de cadavres dans certains départements. Le règlement européen n°1069/2009 traite du devenir des déchets animaux, mais uniquement aux animaux sauvages prélevés dans le milieu naturel suspectés d'être infectés par une maladie transmissible.

Le Code rural (articles L.226-1 à 226-9) précise les modalités de gestion des « *déchets d'origine animale* ». Dans le cas d'interventions de gestion d'animaux exotiques envahissants, les cadavres constituant le déchet à gérer relèvent du service public d'équarrissage. Si le ou les cadavre(s) pèse(nt) moins de 40 kg, il est possible de les enfouir sur place être enfouis avec l'accord du propriétaire du site. Dans le cas contraire, ils doivent être pris en charge par les services d'équarrissage.



Déchets animaux issus de la gestion de l'Érismature rousse en Pays de la Loire.

► Équarrissage

L'enlèvement est gratuit à partir de 40 kg et il est possible de congeler les animaux de petite taille pour atteindre ce seuil. Avant de lancer toute opération de gestion, il est nécessaire de se renseigner auprès des mairies sur les modalités relatives à l'équarrissage (points de collecte, etc.). En effet, celles-ci formulent les demandes d'enlèvement auprès des services d'équarrissage et doivent disposer d'un service d'enlèvement de cadavres d'animaux sauvages et d'un système de stockage temporaire. Il existe des plans de collecte départementaux mis en place par les communes qui permettent d'organiser et d'optimiser la collecte de cadavres d'animaux et de les éliminer conformément à la réglementation en vigueur. Un matériel de collecte adapté et agréé doit être utilisé (bacs et containers d'équarrissage, congélateurs, sacs plastiques et sacs papiers spécifiques).

► Enfouissement

Si les déchets d'animaux issus d'interventions de gestion ne dépassent pas 40 kg, il est possible de les enterrer sur place. Une fosse doit être creusée avec les recommandations suivantes (FÉDÉRATION DES CHASSEURS DU LANGUEDOC-ROUSSILLON, 2010) :

- sur un terrain autorisé ;
- sur un terrain avec une pente inférieure à 7 % ;
- hors zones humides, zone inondable et périmètres de protection des eaux potables ;
- à plus de 100 m d'un cours d'eau, d'un plan d'eau ou d'un captage d'eau pour usage domestique ;
- à plus de 200 m des habitations ;
- à plus de 50 m d'une route, d'un chemin communal ou de randonnée ;
- à plus de 50 m des bâtiments d'élevage.

Les déchets doivent être recouverts de chaux vive (10-25 % du poids des déchets ou ¼ du volume des déchets). La fosse doit être suffisamment profonde (1,3 m de profondeur pour les plus gros cadavres) et si possible interdite d'accès aux animaux (grillage).

Mettre en place un suivi post-intervention

La mise en place d'un suivi post-intervention permet d'intervenir rapidement après les travaux en cas de besoin (repousses, récupération de boutures, etc.), mais également de suivre l'évolution du milieu après l'action afin d'ajuster éventuellement la **stratégie de gestion** (cf. chapitre page 60).

► Mettre en place un suivi pré et post-intervention

Le suivi post-intervention

Le suivi post-intervention consiste à définir un protocole qui permettra de suivre l'évolution du site suite à l'**action de gestion** effectuée. Pour la flore, la réalisation de relevés phytosociologiques avant et après l'intervention est la méthode la plus utilisée (SARAT *et al.*, 2015 a). Cela permet de suivre l'évolution des communautés végétales indigènes. Pour la faune, le protocole de suivi post-intervention dépendra fortement de l'espèce ciblée par la gestion et de ses impacts sur les écosystèmes (consommation, prédation, etc.). Des comptages ou la réalisation d'indices d'abondance peuvent être réalisés, mais il n'existe pas de protocole harmonisé (SARAT *et al.*, 2015 a).

Le suivi post-intervention permet également de nettoyer les filtres ou les barrières (filets ou piégeage) grâce à des passages réguliers, ainsi que de prévoir l'organisation des actions d'entretien ou de travaux de consolidation des dispositifs.

Poser un cadre théorique pour ce suivi

Pour être efficace, le suivi post-intervention doit être prévu **avant la réalisation** des opérations de gestion, avec des méthodes et des protocoles adaptés à la fois aux hypothèses fonctionnelles mais aussi aux objectifs de gestion. Il s'agit d'un **suivi global** (pré et post-intervention). Ainsi le suivi post-intervention suppose d'appliquer aussi strictement que possible les protocoles déterminés antérieurement et d'en tirer les enseignements correspondants aux hypothèses ayant prévalu sur la définition de ces protocoles.

De façon générale et pour que ce suivi soit pertinent, il est important de comprendre le fonctionnement de l'écosystème étudié pour bâtir les protocoles de suivi. C'est d'ailleurs ce qui justifie les fiches d'analyse de site (MATRAT *et al.*, 2012 a ; cf. *fiche technique page 144*). Il faut ensuite poser des hypothèses pertinentes du point de vue de l'écologie fonctionnelle. Parmi ces hypothèses, il y a :

- l'hétérogénéité des **biotopes**, qui est un facteur de risque et nécessite l'identification des espaces à risque. Le protocole établi devra les prendre en compte spécifiquement (intégration dans les parcours de suivi, échantillonnages complémentaires) ;
- l'**écologie du paysage**, qui stipule que la régulation des écosystèmes intervient notamment au niveau des échanges avec l'extérieur, que ce soient les flux d'eau, d'énergie ou de matières. Il faudra donc intégrer dans le protocole de suivi ces flux et la localisation précise des lieux où ils s'opèrent ;

Les objectifs du suivi post-intervention sont de deux ordres :

- assurer l'entretien du site après l'intervention, c'est-à-dire effectuer un entretien régulier pour retirer de nouvelles **populations pionnières** ou les repousses et assurer une veille sur le site afin d'éviter de nouvelles colonisations (cf. chapitre page 124) ;
- évaluer et capitaliser les connaissances (cf. chapitre page 68), c'est-à-dire évaluer l'efficacité des actions entreprises et capitaliser les enseignements tirés de cette évaluation, ainsi que comprendre l'évolution de l'écosystème suite aux interventions curatives ou préventives.

- la **théorie des perturbations intermédiaires** de Connell (1978) qui stipule que des perturbations relativement régulières et d'importance moyenne sont un facteur d'accroissement de la biodiversité. Les **invasions biologiques** sont souvent considérées comme des perturbations majeures entraînant une perte de biodiversité, mais à l'échelle de l'écosystème, elles sont plus ou moins importantes. Les interventions d'entretien peuvent correspondre à des perturbations intermédiaires, d'autant plus qu'il y a récolte de biomasse ;
- l'**écologie de la restauration**, qui établit que dans l'hypothèse d'un fonctionnement équilibré de l'écosystème, l'invasion est une perturbation, mais l'intervention de restauration est aussi une perturbation dont le but est d'améliorer le fonctionnement perturbé, voire si possible de retrouver le fonctionnement antérieur.

Les questions à se poser pour élaborer un protocole de suivi

Il s'agit de répondre aux questions suivantes.

- Quelles sont les particularités de la colonisation avant l'opération ? (cf. chapitres pages 54 et 56) La carte est l'instrument privilégié de synthèse pour cet état des lieux ;
- Comment fonctionnerait l'écosystème s'il n'y avait pas d'invasion ? Comment fonctionne-t-il sous la pression de l'invasion ? Avec quels impacts de cette invasion ?
- Quelle est l'évolution des **populations** suite à l'aménagement ? La carte permet d'illustrer les distributions avant et après intervention, cependant la comparaison cartographique d'états des lieux est souvent insuffisante pour comprendre ce qui s'est réellement passé, ainsi que pour anticiper les évolutions et donc les risques induits par les **invasions biologiques** ;
- Quels sont les processus écologiques responsables de ce changement et sont-ils une conséquence de l'intervention ? Pour répondre à cette double question, il est nécessaire de disposer d'un **site témoin** sans intervention (pour vérifier que les résultats obtenus sont bien dus à l'action réalisée), mais aussi afin de pouvoir expliquer ces processus, en relation avec la littérature ou d'autres études de cas. En cas de témoin non envahi, on pourra



Récolte des boutures suite à un arrachage de jussie sur une boire de la Loire (37). © G. Ricou – FDP 37

répondre d'ailleurs à la question du fonctionnement de l'écosystème non envahi posée plus haut. Si plusieurs techniques de gestion sont appliquées, il faut pouvoir en dissocier les effets, ce qui suppose de bien renseigner les méthodes utilisées ;

- Les objectifs fixés avant l'intervention ont-ils été atteints ? Pour cela, il faut d'emblée avoir fixé des critères permettant d'évaluer l'efficacité de la gestion mise en œuvre (par exemple surface colonisée, nombre ou densité d'individus, etc. – cf. chapitre page 68), ce qui suppose une quantification et non une estimation visuelle souvent biaisée par l'effet observateur.

Concrètement, les différentes techniques de protocole de suivi

Ces techniques sont classiques en écologie : profils de distribution, comptages, méthodes des relevés sur des surfaces déterminées et bien renseignées, suivi des **populations** avant et après l'intervention, cartographies, etc.

En fonction de la technicité des observateurs et du temps qui peut être dévolu au suivi, les protocoles peuvent être plus ou moins lourds (nombre d'échantillons, fréquence du suivi). Comme il est important d'envisager que le suivi puisse être réalisé sur une période suffisamment longue (au minimum 2 ans après intervention, ce qui correspond le plus souvent à une phase de cicatrization-stabilisation), il faut adapter le protocole aux moyens et bien sûr au terrain. Classiquement on distinguera des protocoles de suivis appliquant des techniques déjà éprouvées par ailleurs et des protocoles de suivis expérimentaux, en lien avec la recherche ou la recherche-développement, qui sont souvent beaucoup plus onéreux en temps et en argent.

► L'entretien post-intervention

L'entretien post-intervention est notamment indiqué après des opérations de gestion assimilables à de la restauration et dépend des actions réalisées. On distinguera un entretien de finition pour compléter les interventions curatives et l'entretien différé, quelque temps après l'intervention.

L'entretien de finition

Cette étape est essentielle et complémentaire aux opérations de restauration. Il s'agit en général de récolter les boutures formées lors de l'intervention, dont la collecte est favorisée par la pose de filets par exemple. Cet entretien de finition est souvent à différer légèrement – de quelques jours au maximum – de façon à ce que le milieu reprenne un peu forme (par exemple que l'eau s'éclaircisse et que les boutures remontent à la surface et s'accumulent dans les filets, etc.). Il devra être effectué soigneusement par des opérateurs expérimentés capables de reconnaître les boutures et de mettre en place les actions adéquates pour éviter des reprises intempestives.

L'entretien différé

Également appelé entretien saisonnier, l'entretien différé intervient plus longtemps après l'intervention que l'entretien de finition.

Pour les interventions curatives (arrachage, curage, fauche, mise en pâturage, etc.), l'entretien correspond tout d'abord en une veille régulière sur le site. Au minimum un passage annuel sera effectué en saison favorable, avec un observateur expérimenté. Le parcours sera effectué selon un protocole défini et avec un rapportage permettant de capitaliser l'information.

Pour la flore, tous les pieds repérés devront être arrachés ou au minimum localisés avec précision pour une intervention future et rapide, afin d'éviter la réapparition des impacts. Si l'arrachage (ou le ramassage des boutures avant qu'elles ne s'enracinent, après une crue par exemple) n'a pas pu être réalisé lors du parcours de veille, l'entretien différé devra être réalisé relativement rapidement. Pour la faune, si de nouveaux individus sont observés, une intervention sera à mettre en place sans attendre.

Pour les interventions préventives (pose de filtres à boutures, création de bandes enherbées, etc.), l'entretien différé consiste à vérifier l'intégrité des barrières constituées (filtres, barrières de piégeage, etc.). En fonction du dispositif utilisé, cela peut comprendre par exemple les actions suivantes : vérifier que les filtres sont encore en place et non colmatés, que les barrières végétales ou de piégeage n'ont pas été endommagées par des animaux ou le passage de promeneurs.



Filtre installé pour éviter la dispersion de la Crassule de Helms sur le site de Tougas (44). © S. Varray – FCEN

2 Évaluation de la gestion

Améliorer la gestion des espèces exotiques envahissantes sur le bassin Loire-Bretagne

Les acteurs impliqués dans la gestion des espèces exotiques envahissantes sont unanimes dans leur souhait d'accéder à des **retours d'expériences** de gestion. Par cette demande, les informations relatives aux techniques susceptibles d'être efficaces et aux coûts sont en général les plus recherchées. Paradoxalement, ce sont ces données qui sont difficiles de rassembler, par manque de traces écrites et/ou de temps pour mobiliser des connaissances détenues oralement par les agents étant intervenus sur le terrain. Il est proposé dans ce chapitre quelques éléments à prendre en compte afin de favoriser la mutualisation des connaissances.

► Rédiger des retours d'expérience de gestion

Face à l'arrivée de nouvelles espèces ainsi que de l'expérimentation ou l'évaluation de méthodes de gestion, les gestionnaires sont fréquemment à la recherche d'informations les plus fiables possibles les concernant.

La transposabilité des actions de gestion

Si les gestionnaires intervenant sur les espèces exotiques envahissantes sont en attente d'expériences de gestion, c'est pour envisager une transposition d'une action qui aurait donné des résultats satisfaisants, tout en ayant connaissance des coûts que cela aura nécessité. Les interventions sont cependant mises en œuvre dans un contexte précis et il n'est pas toujours faisable de transposer des **actions de gestion** à cause des difficultés suivantes (HAURY, *et al.*, 2010) :

- le fonctionnement des systèmes peut être sujet à des aléas climatiques (crues, printemps tardifs, gelées, etc.) et à des variations interannuelles qui ne peuvent être prévues ;
- des résultats qui peuvent se révéler parfois complètement inattendus et/ou décevant et différer fortement d'un site à l'autre ;
- un manque de moyens financiers pouvant entraîner un retard dans la mise en place des opérations qui sont alors réalisées trop tardivement ;
- l'absence de témoin fiable concernant l'état initial, l'état des lieux réalisé avant les travaux ne correspondant pas à la description de l'écosystème **avant** l'arrivée des espèces exotiques envahissantes ;
- le manque de suivi et de valorisation des protocoles, qui peut entraîner une perte de données et de résultats.

Pour pallier ces difficultés et favoriser l'étude de la transposabilité d'une **action de gestion**, il est important de garder un maximum de traces écrites relatives à l'intervention (avec si possible des traces photographiques), telles que :

- la description du protocole d'action mis en œuvre (comprenant la description du matériel utilisé, des quantités prélevées, les coûts mobilisés et les difficultés rencontrées) ;
- les résultats issus du suivi après la réalisation des travaux.

Les fiches de retour d'expérience

Les **retours d'expérience** étant une attente forte des gestionnaires, de nombreuses fiches ont été rédigées et sont généralement accessibles en ligne. Pour le bassin Loire-Bretagne, ces documents sont principalement accessibles *via* les sites du Centre de Ressources Loire nature et du groupe de travail IBMA.

Pour que ces **retours d'expériences** soient le plus utile possible aux gestionnaires d'espaces naturels, ceux-ci doivent comprendre les informations suivantes :

- la présentation du maître d'œuvre ainsi que la personne à contacter pour avoir de plus amples informations ;
- une description du site d'intervention ;
- un état des lieux avant intervention ;
- les enjeux et les objectifs liés à la gestion de l'espèce ciblée ;
- les actions mises en œuvre ;
- les résultats obtenus ;
- le suivi réalisé après l'intervention et les perspectives.



De nombreux retours d'expériences sont disponibles en ligne sur le Centre de Ressources Loire nature et le site du groupe de travail IBMA.

► Les freins à la mutualisation des connaissances

Des données dispersées

De nombreuses **actions de gestion** sont menées sur les espèces exotiques envahissantes et le bassin Loire-Bretagne ne fait pas exception. Sur la période 2014-2017, plus de 116 chantiers ont été mis en œuvre sur 16 espèces végétales (BREGEA, 2018). Ces interventions ont été réalisées par une trentaine de structures pour un montant total de 1,6 million d'euros.



Certaines interventions sont réalisées sur plusieurs années, comme la gestion de l'Hydrocotyle fausse-renoncule sur le Dhuy. La mise à jour des retours d'expérience est nécessaire pour disposer d'informations actualisées.



Localisation des chantiers de gestion d'espèces exotiques envahissantes menées entre 2014 et 2017 sur le bassin Loire-Bretagne.

► De la nécessité de « garder une mémoire ».

Lors de discussions avec de nombreux acteurs de terrain intervenant dans beaucoup de domaines (entretien des espaces verts, gestion des **invasions biologiques**, aménagement des cours d'eau, etc.), il est saisissant de constater l'absence de chroniques détaillées d'interventions et de suivis. Les acteurs qui ont tenté d'établir des recueils d'expériences ont été confrontés à cet écueil (MATRAT *et al.*, 2012 a et b ; HAURY *et al.*, 2010, SARAT *et al.*, 2015). Il est cependant indispensable de noter régulièrement ce qui a été fait (matériel, période et date, nombre d'opérateurs, coûts financiers directs), les objectifs de gestion, les résultats et le mode d'évaluation (date par rapport à l'intervention, chiffres de réduction des populations par exemple). L'ensemble de ces données est indispensable pour une gestion intégrée du site sur le moyen et long terme et pourra être utile pour un partage d'expérience ultérieur (cf. *chapitre page 104*).

Les données issues de ce travail ne sont cependant qu'une petite partie des chantiers qui sont mis en œuvre sur le bassin. Les chiffres de l'agence de l'eau Loire-Bretagne pour cette même période indiquent un montant de 6 millions d'euros. De plus, ces données ne sont pas non plus exhaustives, certains chantiers n'étant pas financés par l'agence de l'eau, comme par exemple ceux réalisés sur la faune exotique envahissante ou par des particuliers (propriétaires d'étangs).

Ce travail illustre bien les difficultés à réaliser une synthèse des données existantes concernant les chantiers de gestion à l'échelle du bassin.

Le manque de traces écrites

Assez souvent, les chantiers réalisés n'ont pas été relatés dans des rapports. Plusieurs cas se présentent :

- absence de donnée ;
- des données existantes mais éparpillées ;
- des données incomplètes ;
- des rapports parfois exhaustifs concernant des expériences de gestion.

Le travail effectué en 2018 (BREGA, 2018) a en effet montré que peu de traces écrites relatives aux chantiers réalisés sont conservées. En effet, plusieurs structures contactées dans le cadre de l'enquête sur les coûts de gestion ont indiqué détenir de la donnée, mais ne pas avoir le temps de la chercher, alors qu'il était possible de communiquer les informations sous diverses formes (rapports, tableaux, etc.). Cela indique que certaines structures gestionnaires ne disposent pas d'une organisation des informations issues des chantiers de gestion facilement mobilisable.

Ce constat est également un frein à la production de fiches de **retour d'expérience** suffisamment documentées pour être utilisées par les gestionnaires et représente un risque de perte de données en cas de changement de personnel ou de départ à la retraite.

Le manque de temps dédié à la mutualisation

La mutualisation des données peut se révéler chronophage. Structurer une base de données, la renseigner et la mutualiser

nécessitent du temps et des compétences que les gestionnaires ne peuvent pas systématiquement allouer à la thématique des **invasions biologiques**, ayant également d'autres problématiques à traiter dans leurs missions. Le manque de temps et de personnel dédié à cette tâche ont ainsi été les principaux freins à la mutualisation des données identifiés par l'enquête réalisée sur ce sujet en 2017 par la Fédération des Conservatoires d'espaces naturels (VARRAY *et al.*, 2018).

► Vers une amélioration de la mutualisation

Afin de faciliter la remontée d'information, des fiches de suivi de chantier (cf. *page 144*) ont été diffusées à l'échelle du bassin voire déclinées au niveau coordinations territoriales. Ces fiches permettent de standardiser les données recherchées et de communiquer sur la réalisation d'un chantier de gestion. Elles pourront par la suite être utilisées pour rédiger un **retour d'expérience** qui sera valorisé auprès du réseau d'acteurs impliqués dans la gestion des espèces exotiques envahissantes.

L'expérience en Pays de la Loire a toutefois montré qu'il est nécessaire de réinterroger les acteurs en cas de transmission de données incomplètes ou floues (MATRAT & HAURY, 2012).

Suite à l'étude sur les coûts de la gestion des espèces exotiques envahissantes réalisée en 2018 (BREGA, 2018), des propositions seront formulées aux principaux financeurs concernant les champs les plus importants à renseigner lors de la transmission du bilan de l'intervention, tels que la localisation, l'espèce ciblée, la technique utilisée et les principaux postes de dépense. Cela éviterait en effet un double retour aux gestionnaires et tout en facilitant l'accès aux données locales.

Retour d'expérience de gestion

Étude des formes terrestres de Jussie sur les marais de l'Erdre et de Brière

Le projet

- **Localisation** : région Pays de la Loire, département Loire Atlantique
- **Maître d'ouvrage** : Agrocampus Ouest
- **Partenaires** : Préfet de la région Pays de la Loire, Comité des Pays de la Loire, Gestionnaires des sites : PNR Brière, Domaine de Mazerolles, PNR Marais poitevin et communes de Lairoux et Curzon, Syndicat du Bassin versant du Brivet
- **Contact** : Jacques Haury
- **Financeurs** : Agence Française pour la Biodiversité, agence de l'eau Loire-Bretagne, FEDER Loire, PNR et Domaine de Mazerolles
- **Superficie sur laquelle a porté l'action** : environ 200 ha entre les parcelles expérimentales et les zones suivies
- **Période de réalisation du projet** : 2000-2017
- **Milieus concernés** : Marais et prairies inondables
- **Montant total pour l'action** : environ 150 000 €

► Le porteur du projet : Agrocampus Ouest

Agrocampus Ouest est un établissement d'enseignement supérieur qui forme des professionnels du vivant. Il mène différentes missions de recherche en lien avec le développement durable de l'agriculture, de l'alimentation et des territoires. Il intervient également dans le transfert de connaissances et de compétences vers le monde professionnel. Il agit en lien avec des partenaires comme l'INRA et d'autres universités. Agrocampus Ouest participe grandement à l'amélioration des connaissances du vivant, notamment sur certaines espèces exotiques envahissantes telles que la Jussie.

► Site d'étude : la Brière, le domaine de Mazerolles (Marais de l'Erdre), les communaux de Lairoux et Curzon

Les trois Marais de l'Erdre, poitevin et de la Brière sont intégrés au réseau Natura 2000 et aux périmètres des Parcs naturels régionaux de Brière et du Marais poitevin. Cette mosaïque de zones humides remarquables (mares, marais salés, marais dulçaquicoles, prairies inondables) est ainsi protégée de l'urbanisation. Depuis le milieu des années 1990, une colonisation progressive de jussies en forme terrestre a été constatée en bordure et dans

Localisation des marais de l'Erdre et de la Brière.



les prairies humides adjacentes à l'Erdre, à la fin des années 1990 en Brière et à partir de 2011 dans les communaux.

Les interventions ont d'abord eu lieu dans les marais de l'Erdre et de Brière car les polders riverains de Mazerolles, composés principalement de prairies tourbeuses, ont été le siège d'une infestation rapide par la Jussie à cette époque. Ce sont désormais différentes zones riveraines prairiales et plusieurs zones humides de la façade atlantique française qui se trouvent confrontées à cette même problématique d'**invasion biologique**. Divers milieux sont concernés, des mares temporaires comme des prairies humides.

► Nuisances et enjeux

Depuis la fin des années 1990, le développement des espèces invasives telles que les jussies (*Ludwigia spp.*) et le Myriophylle du Brésil (*Myriophyllum aquaticum*) a interféré avec diverses activités, notamment le pâturage, tandis que l'inquiétude concernant les atteintes à la biodiversité locale face à cette observation grandissait.

Deux espèces de jussies (*Ludwigia grandiflora* et *Ludwigia peploides*), originaires d'Amérique du Sud, sont des plantes **amphibies** très invasives en France. Leur extension rapide entre les zones inondées et les parcelles en terre des marais de l'Erdre et de Brière s'est traduite par des gênes importantes, principalement pour les exploitants agricoles. Les prairies de pâture ou de fauche ne pouvaient plus être exploitées et sont devenues des sources d'infestations, en particulier lors des périodes de submersion.

Ces enjeux agricoles et environnementaux se superposant, il a été décidé de mieux comprendre le développement des formes « terrestres » des jussies, pour adapter les mesures de gestion.

Objectifs de gestion

- Comprendre comment se fait l'adaptation au milieu terrestre ;
- Connaître les caractéristiques des différentes formes de Jussie ;
- Identifier les besoins pour définir les actions à venir et orienter les modes de gestion ;
- Expérimenter des actions de gestion.

Actions mises en œuvre

Suite à la constitution d'une enquête et la rencontre d'acteurs, il a été possible de compléter les connaissances sur la distribution de deux espèces de Jussie sous forme terrestre dans le Sud-Ouest et l'Ouest de la France ainsi que dans le pourtour méditerranéen. Dans la majorité des sites, ces deux espèces coexistent et présentent chacune des formes terrestres particulières.

En Brière, seule la forme terrestre de la Jussie à grandes fleurs est observée. Différents protocoles ont été conduits conjointement entre 2008 et 2017 par le syndicat mixte EDENN et l'Agrocampus de Rennes dans les marais de l'Erdre et de la Brière. Ils ont établi de premières références sur le développement et la biologie des formes « terrestres » de cette espèce de Jussie.

Une première série d'observations a cherché à caractériser les types morphologiques rencontrés sur les milieux humides étudiés, en les rattachant au niveau d'humectation des sols. Des informations sur la croissance des morphotypes ont également été recueillies. Puis, l'impact du recouvrement (supposé négatif) de la Jussie sur la diversité des communautés végétales indigènes a été évalué.

Les contraintes de terrain ont engendré des difficultés méthodologiques car l'accessibilité aux sites était rendue difficile en fonction des périodes de submersion des marais. Il a donc été décidé d'utiliser :

- des quadrats pour les inventaires et l'estimation des recouvrements ;
- des mesures biométriques pour caractériser la taille des plants ;
- des pesées pour évaluer la biomasse.

Résultats

Les principales conclusions des études menées par Agrocampus sont les suivantes :

Les formes de jussie

On peut distinguer deux formes de Jussie à grandes fleurs avec des caractéristiques morphologiques différentes :

- « Terrestre », au port buissonnant et ramifié ;
- « Aquatique » (ou érigée), beaucoup plus traçante et au port peu ramifié.

Les formes terrestres sont observées sur les sols à tendance sèche, par opposition aux formes érigées qui se développent dans les sols plus humides. Après l'étiage par exemple, des changements de forme peuvent se produire selon les conditions d'humectation.

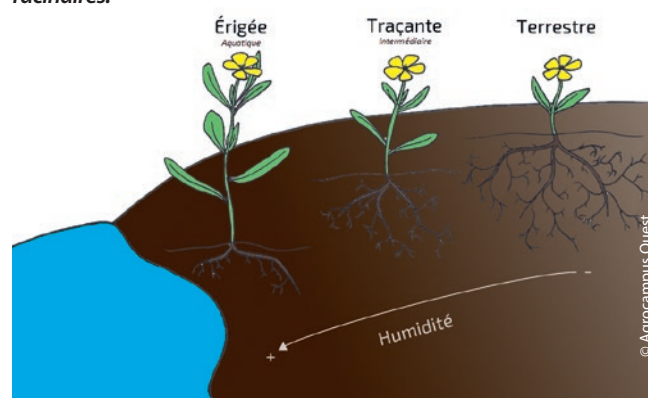
Expérimentalement, la quantité de biomasse est significativement plus importante dans les **populations** terrestres poussant dans des habitats humides toute l'année que dans la plupart des **populations** aquatiques de Jussie. Ce fait s'explique principalement par la production supérieure de racines chez les morphotypes terrestres, même dans des conditions imposées de croissance en milieu aquatique. Face à l'alternance de phase d'émersion et de submersion, la forme terrestre de Jussie est capable de réajuster son métabolisme, mais sa croissance est tout de même ralentie.

À la suite de colonisations aquatiques initiales, les morphotypes terrestres des deux espèces de Jussie se sont adaptés et ont acquis de nouvelles capacités assurant leur survie dans des conditions plus stressantes (à l'hygrométrie inférieure).

Cependant si ces formes « terrestres » recolonisent un milieu aquatique, elles ont tendance à supplanter l'autre morphotype, autrement dit : leur potentiel invasif est accru.

De plus, les **populations** complètement stériles sont de plus en plus rares, notamment en Brière. Il y a formation de capsules, mais la germination reste encore limitée *in situ*, mais est en revanche possible en laboratoire.

Schéma présentant les différentes formes de Jussie et leurs systèmes racinaires.



Passage de la forme aquatique à la forme terrestre de la Jussie à grandes fleurs sur une mare temporaire en Brière (44).



La forme terrestre de la Jussie à grandes fleurs forme des herbiers très denses dans sur les prairies de Brière (44), au sein desquels peu d'autres espèces sont observées.

© S. Varray – FCEN

Impacts sur les communautés végétales indigènes

Les suivis effectués sur les peuplements végétaux en fonction du recouvrement de la Jussie ont fait ressortir les observations suivantes :

- la Jussie est peu représentée en présence de roseaux (phragmites, phalaris, etc.) et dans les zones ombragées par les arbres et arbustes ;
- plusieurs espèces semblent se maintenir malgré un recouvrement important de la Jussie au cours de la saison, telles que la Renouée amphibie (*Polygonum amphibium*), le Bident tripartite (*Bidens tripartita*), l'Agrostide stolonifère (*Agrostis stolonifera*), le Fenouil aquatique (*Enanthe aquatica*) ou la Menthe aquatique (*Mentha aquatica*).
- toutes les autres espèces (environ 40 recensées dans les marais de l'Erdre) connaissent un faible développement, une forte dépression des effectifs, voire disparaissent totalement à cause de la Jussie.

Ces résultats confirment l'hypothèse qui avait été formulée : le développement de la Jussie provoque une diminution de la diversité végétale indigène.

Préconisations de gestion

Face au risque d'accroissement du potentiel invasif de la forme terrestre de la Jussie à grandes fleurs et son impact négatif sur la biodiversité, il est primordial de :

- évaluer l'état de colonisation et de surveiller les zones à risque ;
- éviter la colonisation de la Jussie dans les milieux terrestres et de la cantonner aux zones déjà contaminées, en limitant la reproduction sexuée, la **dissémination** des capsules ou des graines par exemple ;
- intervenir le plus rapidement possible sur les petites **populations** en cours d'installation, avec le ramassage des boutures après les crues par exemple ;
- intervenir de façon différenciée dans le cas de méthodes curatives, en fonction de la taille et de la répartition des herbiers, en sachant bien qu'il est très difficile d'éliminer totalement une population bien installée :
 - pour les petites surfaces, employer préférentiellement le décapage, l'enfouissement, l'arrachage manuel en conditions humides ou la fauche ;
 - pour les grandes surfaces, la mise en exclos ou l'installation de pâturage à fort chargement instantané sont à privilégier.
- mutualiser les informations et de fonctionner en réseaux territoriaux et thématiques.

Perspectives

La question des formes terrestres de Jussie est une problématique de terrain, mais aussi une thématique de recherche plus fondamentale. Elle devient notamment préoccupante pour le monde agricole. L'action de « recherche-développement » menée, en associant des écosystèmes purement aquatiques avec des zones humides a donné des résultats prometteurs et permis d'identifier de nouvelles pistes de recherche.

Il a été également possible de tester l'effet d'interventions de gestion, notamment du broyage (avec des matériels variés, répétés ou non dans l'année, avec suivi ou non de semis, etc.) pour formuler des préconisations de gestion. La connaissance de l'emprise verticale et de la densité des **rhizomes** et des racines de Jussie a permis d'écarter l'idée d'un décapage ou d'un étrépage, trop agressifs pour les grandes surfaces infestées, mais envisageables sur de petites parcelles de quelques centiares à quelques ares. La persistance de plusieurs espèces indigènes malgré le recouvrement de la Jussie laisse envisager la possibilité de réaliser des fauches ou des semis concurrentiels.

Il est possible que l'accroissement du potentiel invasif des formes terrestres de jussie puisse être lié à une modification de la régulation des gènes de ces **populations**. Afin de mieux connaître ce phénomène, un projet scientifique (2017-2020) « *Étude des formes terrestres de Jussie : écologie, génétique, dispersion et adaptation, gestion intégrée et recherches préliminaires en vue d'une possible lutte biologique* » a été déposé dans le cadre du plan Loire grandeur nature IV (2014-2020). Les suivis biologiques et expérimentations réalisés par Agrocampus Ouest se poursuivent en Brière, mais aussi autour du lac de Grand Lieu et du Marais Poitevin, pour mieux comprendre et évaluer les impacts des formes terrestres de Jussie sélectionnées au cours du temps. Une évaluation des

pertes de valeur fourragère en fonction des taux de colonisation par les jussies, ou la recherche d'ennemis de la Jussie en France sont également étudiées afin d'apprécier la faisabilité d'une lutte biologique sans introduction de nouvelles espèces.



Le pâturage permet de limiter le développement des herbiers, mais ne diminue pas les risques liés à la dispersion des propagules. Une nouvelle MAEC a pour objectif de favoriser le maintien des activités d'élevage sur les secteurs envahis par la forme terrestre de la Jussie.

Une nouvelle mesure agroenvironnementale pour la Jussie (DUPE *et al.*, 2018)

La colonisation des prairies humides par la Jussie à grandes fleurs représente un phénomène relativement récent et rapide constaté sur de nombreux secteurs de Loire-Atlantique (Brière, Grand-Lieu, Vallée de l'Erdre, Marais d'Ancenis, etc.) et de Vendée (Marais-Poitevin). La Jussie entre alors en concurrence avec la végétation prairiale jusqu'à être présente de manière quasi monospécifique impliquant une perte de fourrage et le déclassement de la prairie aux aides de la Politique agricole commune (PAC). L'enjeu repose alors sur la déprise agricole.

À l'initiative de la Chambre d'Agriculture de Loire-Atlantique, portée par la région des Pays de la Loire, en collaboration avec le parc naturel régional de Brière, le Syndicat de bassin

versant de Grand-Lieu, le Conservatoire d'espaces naturels, la DDTM, la DREAL, la DRAAF, et en lien avec le Ministère, une MAEC « espèces exotiques envahissantes » a été construite à partir de 2017 afin de répondre à ces enjeux. Cet outil vise notamment une stratégie de « faire avec », puisque la disparition de la plante sur les zones envahies n'est pas envisageable, dont l'objectif est le maintien de l'activité d'élevage sur ces secteurs.

Les mesures types doivent être identifiées dans le cadre d'une stratégie territoriale (pour correspondre aux spécificités locales) et vise une gestion intégrée au travers de l'évolution de certaines pratiques agricoles favorisant les facteurs de **résilience** du milieu.

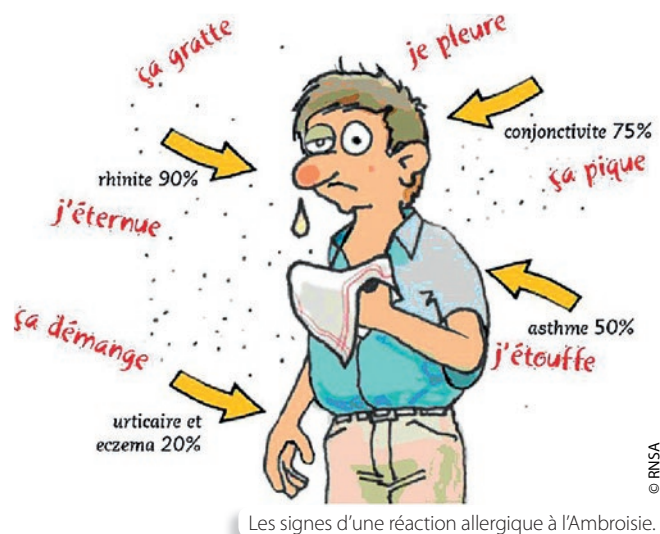
Animation et déclinaison du plan régional de lutte contre l'Ambroisie en Auvergne

Le projet

- **Localisation** : région Auvergne – Rhône-Alpes
- **Maître d'ouvrage** : FREDON Auvergne
- **Contacts** : Pascale Tarrade
- **Financeurs** : FEDER Auvergne – Rhône-Alpes, Agence régionale de Santé Auvergne – Rhône-Alpes
- **Période de réalisation du projet** : 2012-2018
- **Milieus concernés** : milieux ouverts
- **Montant total pour l'action** : 343 877 € entre 2014 et 2017.

► L'Ambroisie en Auvergne

L'Ambroisie (*Ambrosia artemisiifolia*) est arrivée en France vers 1860 depuis l'Amérique du Nord, probablement dans des semences de culture. Elle représente un problème de santé publique, car son pollen est très allergisant (petite taille, transporté sur de longues distances, etc.). Le risque allergique correspond à l'exposition au pollen et varie selon les saisons, la situation géographique, la météorologie, etc. Cependant, plus la proportion de pollen dans l'air est importante, plus le risque d'allergie augmente. Un pied d'ambroisie peut libérer plusieurs millions de grains de pollen par jour et peut coloniser différents types de milieux (grèves, parcelles agricoles, chantiers BTP et de construction, bords de route, etc.). En 2016, 52 285 individus potentiellement allergiques à l'Ambroisie ont été dénombrés en Auvergne.

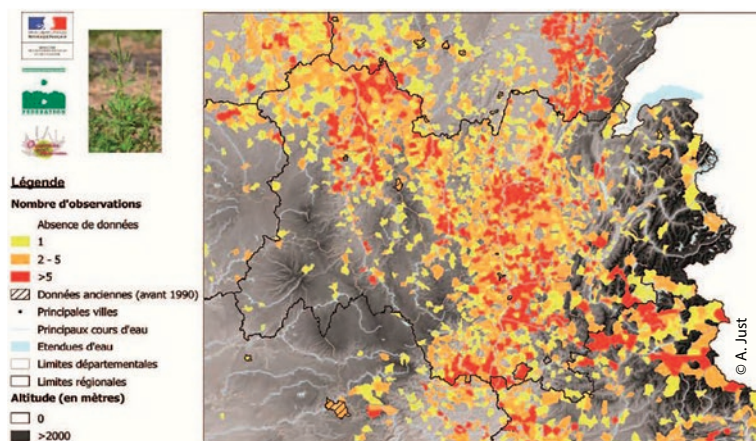


Les signes d'une réaction allergique à l'Ambroisie.

L'ancienne région Auvergne s'est fortement engagée dans la lutte contre l'Ambroisie :

- une politique volontaire depuis 2012 ;
- une couverture totale du territoire en 2013 ;
- la création d'un plan régional d'action concerté et piloté par l'ARS depuis 2012.

Plusieurs arrêtés préfectoraux sont pris en 2012, 2013 et 2015, respectivement dans les départements du Puy-de-Dôme, du Cantal, de la Haute-Loire et de l'Allier. C'est en 2014 que la FREDON Auvergne est missionnée pour animer et coordonner le plan de lutte régional. En effet, l'application d'arrêtés préfectoraux contre l'ambroisie nécessite la mise en œuvre d'une gestion territoriale aux échelons communaux et intercommunaux.

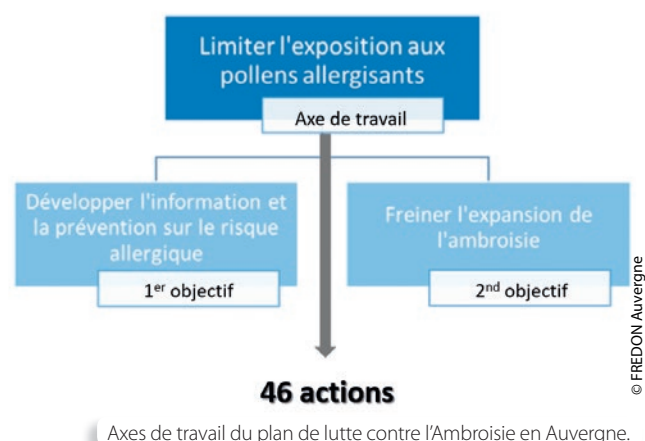


Répartition communale de l'Ambroisie en région Auvergne-Rhône-Alpes (état des connaissances en juin 2016).

► Enjeux

Le plan d'action s'articule autour d'un axe de travail (limiter l'exposition aux pollens allergisants) et de 2 objectifs majeurs (freiner l'expansion de l'Ambroisie et développer l'information et la prévention), qui sont ensuite déclinés en 46 actions. Il a été validé par le préfet avant sa mise en place effective.

Reconnue au plan régional par arrêté ministériel en qualité d'Organisme à Vocation Sanitaire pour le domaine du végétal (OVS), la FREDON Auvergne est forte de plusieurs années d'expériences et d'accompagnement de professionnels de l'agriculture et de collectivités. Elle intervient au travers d'actions de veille sanitaire, de formation, d'expertises techniques liées à la préservation de l'environnement et de recherche de méthodes alternatives. Elle s'appuie sur une équipe au niveau départemental, comme national, regroupant plus de 360 ingénieurs et techniciens expérimentés.



Depuis juin 2014, la FREDON Auvergne est missionnée par l'Agence Régionale de Santé (ARS) Auvergne-Rhône-Alpes pour coanimer et coordonner le plan régional de lutte contre l'ambroisie à feuille d'armoise dans le territoire de l'ancienne région Auvergne.

► Objectifs du plan de lutte contre l'Ambroisie en Auvergne

Le plan de lutte est décliné en différents axes de travail selon les objectifs suivants :

- améliorer les connaissances sur l'Ambroisie ;
- assurer la surveillance de l'exposition au pollen ;
- sensibiliser aux risques allergiques ;
- coordonner les acteurs et les actions de lutte ;
- développer des outils de gestion ;
- promouvoir les actions de lutte ;
- former les agents de terrain et les référents.

► Actions mises en œuvre

Les actions possibles

La lutte contre l'ambroisie, déclinée selon les objectifs du plan, nécessite des actions curatives, mais aussi et surtout préventives :

1) Lutte préventive

Freiner l'expansion de l'ambroisie en épuisant les stocks de graines :

- repérer et contenir les **populations** ;
- interrompre le cycle avant la floraison.

Limiter l'exposition humaine :

- surveiller les émissions polliniques (aérobiologie) ;
- sensibiliser à la présence de cette espèce allergisante.

2) Lutte curative

- arrachage manuel ;
- actions mécaniques (fauchage, broyage, paillage, bâchage) ;
- pâturage ;
- désherbage.

Les outils réglementaires

Des outils réglementaires facilitent la lutte contre l'Ambroisie : le Code de la Santé Publique et les arrêtés préfectoraux prescrivant sa destruction. La FREDON a ainsi participé à la mise en place d'un réseau de référents ambroisie communaux et intercommunaux dès 2015 dans les départements les plus impactés : Allier, Puy-de-Dôme et Haute-Loire, puis en 2017 dans le Cantal.

L'accompagnement de la FREDON

La FREDON Auvergne propose un accompagnement auprès des collectivités et des structures partenaires :

- aide à la gestion et au suivi des signalements des **populations** d'ambroisie ;
- animations de réunions publiques d'information et de sensibilisation aux risques sanitaires liés à l'ambroisie ;
- animations de prospections et chantiers d'arrachage ;
- organisation de formations liées à la reconnaissance et à la gestion de l'espèce.



Chantier d'arrachage manuel d'Ambroisie à feuille d'armoise.

Fonctionnement du plan de lutte contre l'ambroisie

Son fonctionnement est basé sur deux niveaux d'organisations :

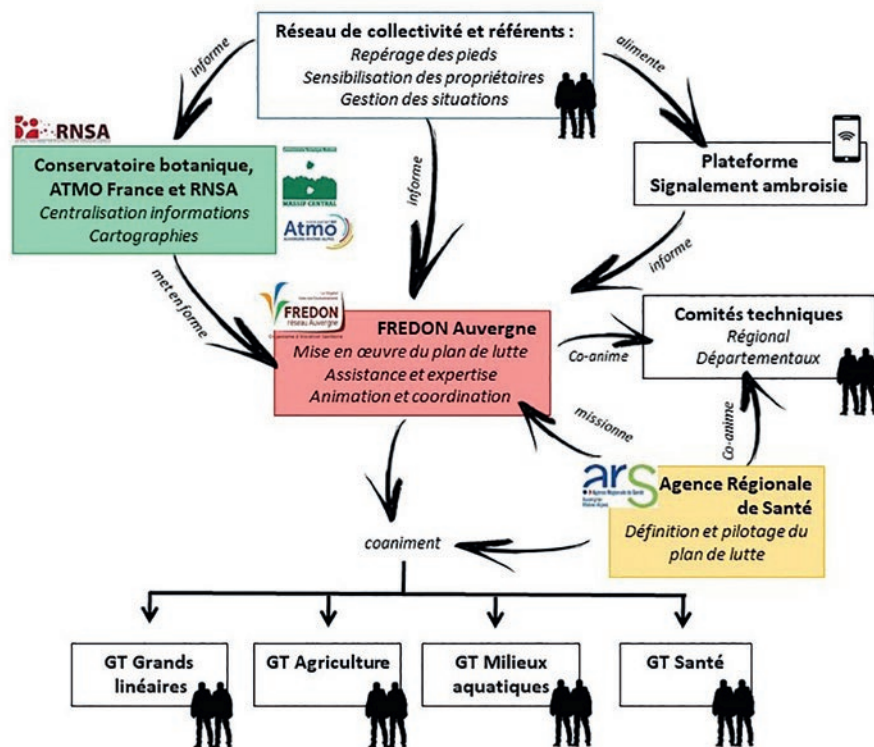
- Niveau local (référents et collectivités), qui participent entre autres à la gestion et à la remontée d'informations ;
- Niveau régional (ARS, FREDON), qui définit les orientations du plan de lutte. Différents groupes de travail sont également coanimés : « grands linéaires », « agriculture », « milieux aquatiques » et « santé ».

Chacun de ces niveaux bénéficie d'un comité technique de pilotage. Le Conservatoire botanique national du Massif Central, ATMO Auvergne-Rhône-Alpes et le Réseau National de Surveillance Aérobiologique interviennent dans la centralisation des informations et leur valorisation cartographique.

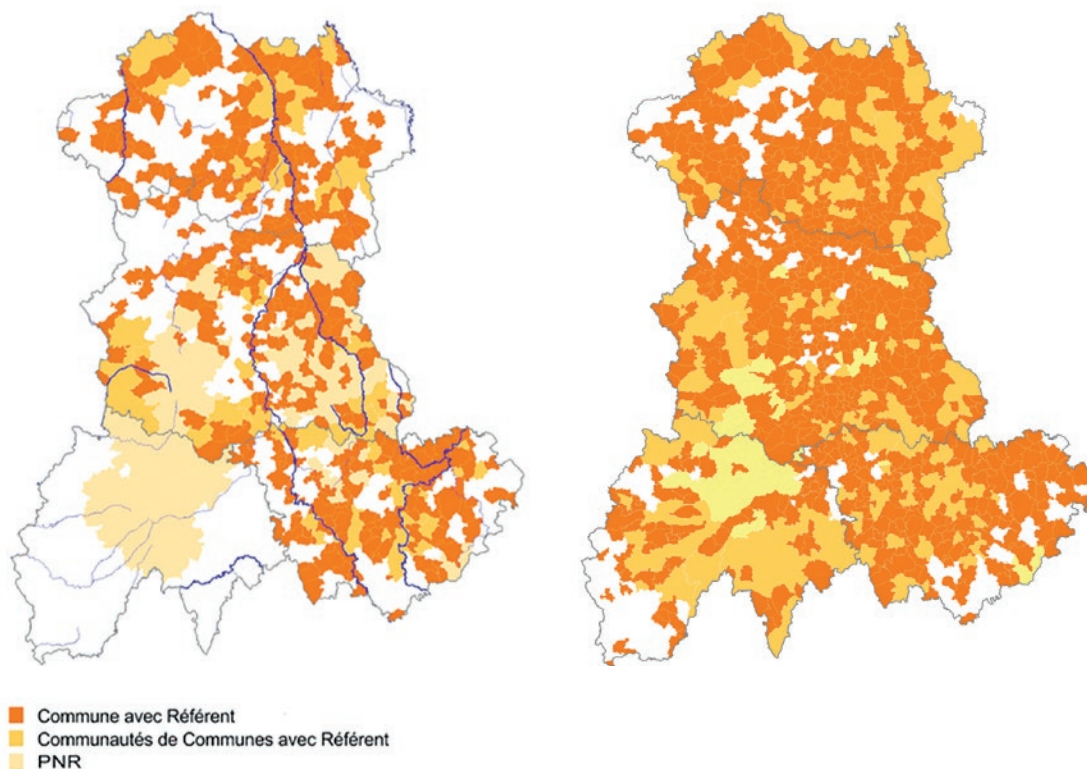
► Résultats

Le réseau des référents Ambroisie

En 2017, 1343 référents Ambroisie sont identifiés dans l'ancienne région Auvergne. 641 d'entre eux sont formés par la FREDON dans 740 communes, 22 communautés de communes et 2 parcs naturels régionaux. En 2017, ce sont 391 collectivités de l'ancienne région Auvergne qui ont été accompagnées (communes ou communautés de communes).



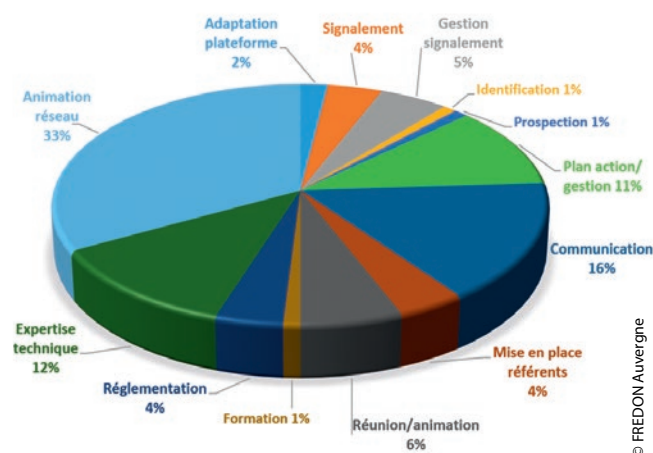
Organisation et fonctionnement du plan de lutte contre l'Ambroisie à feuille d'armoise en Auvergne.



Développement du réseau des référents Ambroisie entre 2015 et 2017.

Les actions opérationnelles mises en place

En 2017, dans l'ancienne région Auvergne, les actions opérationnelles mises en place par la FREDON auprès des partenaires du comité technique régional sont surtout liées à l'animation du réseau ambroisie (33%), la communication (16%) et l'expertise technique (12%).



Actions réalisées dans le cadre du plan de lutte contre l'Ambroisie en Auvergne.

Les outils développés

Dans le cadre de ces missions, la FREDON Auvergne a construit différents dispositifs :

- la boîte à outils des référents (2559 connexions en 2017) ;
- la valorisation de l'application mobile interactive « signalement ambroisie » (développée par le ministère de la Santé) ;
- la promotion de la manifestation « journée internationale de l'ambroisie » (40 partenaires mobilisés, 5 chantiers d'arrachage, 7 réunions publiques, 10 expositions, 23 animations) ;
- l'impression et la diffusion de 65 500 documents de communication (affiches, flyers, autocollants, etc.) ;
- 28 publications dans les médias (presse, radio, TV, etc.) ;
- la participation à 11 manifestations événementielles (carrefour de la pêche, semaine verte, sommet de l'élevage, etc.) ;
- une mallette pédagogique « Captain allergo » (7 animateurs formés, 4280 enfants et une centaine d'adultes sensibilisés en 2017).



Exemple de production pour sensibiliser le public aux risques liés à l'Ambroisie.



1. Mallette pédagogique « Captain Allergo ».
2. Application permettant de signaler une station d'Ambroisie en Auvergne.

Perspectives

L'animation du plan de lutte contre l'Ambroisie a bénéficié de la mobilisation des acteurs concernés et d'une bonne dynamique de groupe. Les comités techniques et les groupes de travail sont très actifs. Les réseaux de collectivités et de référents, bien ancrés dans les territoires, ont été responsabilisés sur l'enjeu de santé publique régional que représente la lutte contre cette espèce allergisante. Les actions mises en place ont été bien relayées par différents médias auprès du grand public. Dans le nouveau Plan Régional Santé Environnement (PRSE3) de la région Auvergne-Rhône-Alpes signé en avril 2018, la lutte contre l'Ambroisie est identifiée comme une action spécifique (*fiche action N° 13*).



Animation dans le cadre de la journée nationale de lutte contre l'Ambroisie.

Le projet

- ## ► Site d'intervention : la Sologne

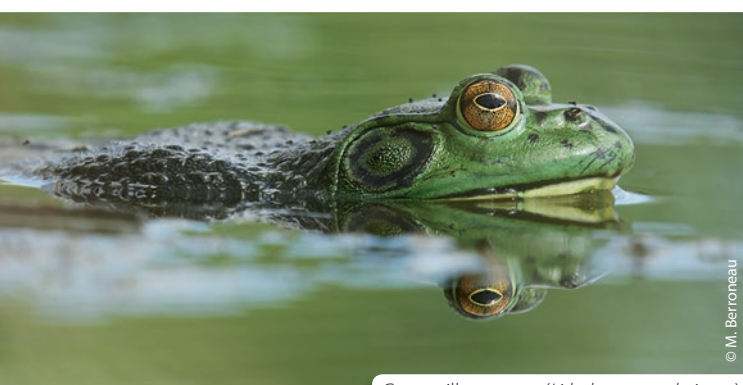
Réseau dense de fossés reliant les étangs, alimentant les mares ou longeant les axes routiers facilitant le déplacement des espèces aquatiques. La Grenouille taureau a été découverte en Sologne en 2002. Trois communes colonisées depuis en plein cœur de la Sologne des étangs.



► Nuisances et enjeux

Impacts sur les espèces natives

Perte de biodiversité importante par compétition et prédation sur les sites qu'elle a colonisés. En Sologne, l'analyse des contenus stomacaux a permis de mettre en évidence une prédation sur les amphibiens, les invertébrés, les reptiles, les poissons voire les micromammifères et les oiseaux. 13 espèces protégées d'amphibiens sont directement menacées par la Grenouille taureau. Transmission de pathologies aux amphibiens indigènes : porteuse saine de la chytridiomycose. En Sologne, la souche de Chytride a été analysée et est apparue comme non-mortelle.



Grenouille taureau (*Lithobates catesbeianus*).

Impacts sur les usages

La Grenouille taureau a un impact prédation et compétition sur les peuplements piscicoles et donc sur la pêche. Elle a également un impact direct sur les alevins (prédation) et il est nécessaire de contrôler les poissons pêchés pour éviter le déplacement de têtards de Grenouille taureau en dehors des sites colonisés.

► Objectifs de gestion

- Éradiquer un noyau de **population**.
- Valoriser largement les actions réalisées.

► Interventions

En Sologne, un programme de lutte a été mis en place de 2003 à 2008. Cette période a permis de tester plusieurs méthodes d'élimination de l'espèce. Au vu des résultats obtenus après 5 ans, un programme d'éradication a été élaboré pour la période 2009-2013 en mettant en œuvre les actions les plus efficaces. Depuis 2016, l'éradication de la Grenouille taureau s'inscrit dans un programme de sauvegarde des **populations** d'amphibiens autochtones en luttant contre les espèces exotiques envahissantes, le Life CROAA (*Control strategies Of Alien invasive Amphibians*). Ce programme, coordonné par la Société Herpétologique de France, a pour objectif principal l'identification et l'application d'une stratégie de lutte optimale contre les amphibiens exotiques envahissants.

Veille environnementale

La veille environnementale a été exercée en amont des opérations d'éradication sur les sites colonisés connus et en périphérie de ceux-ci. Elle permet de déterminer l'aire de distribution de l'espèce et le front de colonisation.

Elle débute à la fin du mois de mai (sortie d'hibernation de la Grenouille taureau). Un inventaire à grande échelle a été réalisé en 2009 sur 9 secteurs de 10 mailles (de 2 km x 2 km) définis sur la zone colonisée, représentant 36 000 hectares (219 étangs répartis sur 11 communes). Une équipe de deux personnes prospecte chaque secteur à deux reprises.

Deux points d'écoute nocturne de 15 minutes chacun sont réalisés sur chaque maille. Si un chant est entendu dans une maille, une prospection de jour de l'ensemble des sites de cette maille est réalisée. En complément des écoutes nocturnes, des observations au phare et à la jumelle sont effectuées lors des sessions de tirs (2 fois par semaine).

Pour les prospections diurnes, les adultes sont recherchés à la jumelle, tandis que les juvéniles et les pontes sont récupérés à l'épuisette. Concernant l'observation à la jumelle, une à dix observations sont réalisées par site (10 minutes par observation, une observation tous les 100 m). Pour les juvéniles, trois échantillonnages à l'épuisette sont réalisés par site, dans les zones riches en végétation, afin de capturer des têtards. Depuis 2010, une veille classique est réalisée sur les sites de petite taille en journée et une veille à partir d'ADN environnemental est effectuée sur les grands sites.



Tri des têtards de Grenouille taureau suite à la pêche d'un étang.

La méthode de l'ADN environnemental est employée depuis 2011. Elle repose sur la détection de fragments d'ADN laissés par les organismes dans le milieu dans des échantillons d'eau prélevés sur le terrain. Elle permet d'optimiser la détectabilité de l'espèce lorsqu'elle est peu présente sur un site, de préciser le front de colonisation de la **population** et de vérifier son éradication sur certains étangs. Cette méthode permet une détection de l'espèce plus fine en 2,5 fois moins de temps qu'une prospection classique nocturne au phare. En 2017, les kits ANDe ont été utilisés sur les étangs de grande surface situés en périphérie de la zone colonisée. Une équipe de 2 personnes a été mobilisée pendant 8 jours pour réaliser les prélèvements d'eau (310 m en moyenne de berges par kit) pendant la deuxième quinzaine de juillet. Les échantillons ont ensuite été envoyés pour analyse en laboratoire (Spygen).



Prélèvement d'eau pour détecter la présence de la Grenouille taureau via la recherche d'ADN environnemental.

Actions de régulation de la population de Grenouille taureau

Plusieurs méthodes de lutte combinées ont été employées en parallèle.

- **La recherche et le prélèvement des pontes** : la destruction des pontes dès leur découverte permet d'éviter le renouvellement de la population. Des actions ont été mises en place depuis 2006 sur les sites prioritaires. Le passage systématique d'une équipe a été organisé tous les 4 jours sur ces sites.
- **Les campagnes de tir** : les tirs sont réalisés de nuit en équipe de deux personnes, entre 22h et 5h, à raison de 1 à 2 nuits par semaine. Cette action est autorisée par arrêté préfectoral et elle cible les mâles repérés grâce au chant, ainsi que les femelles et les juvéniles éclairés au phare. La vérification aux jumelles avant le tir est systématiquement réalisé, la grenouille taureau pouvant être confondue avec les grenouilles vertes). Les campagnes de tir bénéficient d'un appui des agents de l'ONCFS depuis 2002 et des bénévoles y sont associés depuis 2010.
- **Les barrières de piégeages, pêches et vidanges d'étangs** : cette action permet de capturer l'ensemble des amphibiens sortant ou entrant sur un site. Elle nécessite une surveillance journalière pour libérer les espèces autochtones. Lors des pêches et des vidanges d'étangs, les amphibiens sont pêchés à la senne.
- **La pose de protections dans les exutoires** afin d'empêcher le passage des têtards en abaissant le niveau de l'eau puis en retirant les têtards.



Barrière de piégeage.

En 2017, avec la mise en place du programme Life CROAA, deux nouvelles actions ont été mises en place :

- les inventaires faunistiques (odonates, amphibiens, coléoptères aquatiques et gastéropodes) : réalisés en 2017 sur des zones colonisées et non colonisées, ils seront réitérés en 2021 afin d'évaluer la perte de biodiversité locale induite par la présence de la Grenouille taureau ;
- les travaux de restauration et d'entretien d'étangs : ces travaux sont proposés aux propriétaires.

D'autre part, des tests d'utilisation de nasses ont été menés sur certains étangs. Cette technique pourrait permettre à terme de détecter plus précocement la présence de têtards sur les étangs.

► Résultats et bilans 2003-2017

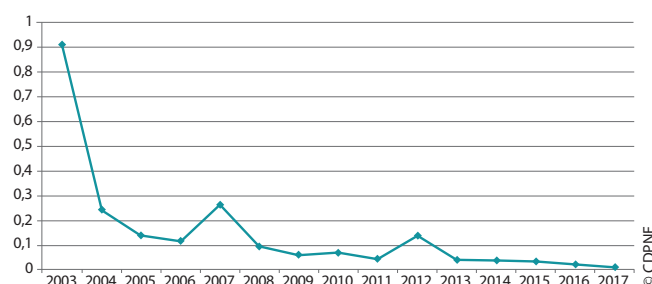
Veille environnementale

Depuis 2002, la Grenouille taureau a été détectée sur un total cumulé de 106 sites. En 2013, 37 sites étaient colonisés en début d'année et 22 restent colonisés après les opérations de lutte. En 2017, la surveillance a concerné 61 sites aquatiques, dont 41 étaient positifs à la présence de Grenouille taureau.

Actions de régulation des populations de Grenouille taureau en 2017

- **La recherche et le prélèvement des pontes** : 36 passages effectués entre mi-mai et mi-septembre à une fréquence bihebdomadaire. Suite à l'augmentation constante de l'action de prospections de pontes, un nombre croissant de pontes a pu être récolté jusqu'en 2012. En 2017, le nombre de pontes découvertes (7 pour 15 sites prospectés) augmente pour la première fois en 3 ans, ce qui peut être corrélé avec une pression légèrement plus forte de 36 passages (contre 31 chaque année entre 2013 et 2016).
- **Les campagnes de tir** : 32 adultes ont été prélevés en 2017, grâce à 21 nuits de tirs, souvent constituées de plusieurs équipes de 2, ont permis de réaliser 117 passages sur un total de 58 sites (en moyenne 2 passages par site). Depuis la mise en place des tirs, le poids moyen des adultes a diminué, passant de 461 g à 200 g, soit une baisse de plus de la moitié du poids moyen des adultes éliminés par rapport aux mesures initiales de 2003. L'indice d'abondance calculé en 2017 est le plus bas observé depuis 2003, ce qui traduit une densité d'adultes très faible.

Figure 4 : indice d'abondance des individus adultes de Grenouille taureau (> 100 g)



- **Les barrières de piégeage, pêches et vidanges d'étangs** : une barrière de piégeage a été installée sur un seul site en 2017, pour la seconde année. Concernant les espèces ainsi capturées, une prédominance des espèces autochtones par rapport à la Grenouille taureau a été observée. Une pêche partielle a été organisée sur 2 étangs, afin de retirer environ 5 400 têtards de Grenouille taureau. L'un des étangs a ensuite été vidangé et a permis de récupérer 6 150 têtards.
- **Travaux de restauration des étangs** : des travaux de réouverture et d'entretien d'étangs colonisés ont été proposés à certains propriétaires, dont les plans d'eau présentent des berges peu accessibles (saulaies, ronces, etc.). Une convention de partenariat entre le CDPNE et les propriétaires a été réalisée afin d'assurer le suivi des travaux et les 6 ans du programme Life. En 2017, 6 étangs ont bénéficié de travaux (cf. tableau).

Site	Type de travaux	Nombre de jours d'intervention
Site 1	• Bûcheronnage léger • Débroussaillage	4,5
Site 2	• Bûcheronnage saulaie	6,5
Site 3	• Bûcheronnage végétation rivulaire	0,5
Site 4	• Bûcheronnage • Débroussaillage	1,5
Site 5	• Bûcheronnage léger • Débroussaillage	2
Site 6	• Bûcheronnage saulaie	4

Inventaires

Le protocole a été établi à l'aide de l'indice d'évaluation de la biodiversité des étangs et des mares (IBEM), qui a été adapté au Life. Six secteurs ont été choisis, comprenant 3 zones colonisées actuellement par la Grenouille taureau et 3 autres où l'espèce n'a jamais été trouvée. Chaque secteur comprend 3 à 6 sites aquatiques. 3 passages diurnes ont été réalisés sur chaque secteur (mi-mars, mai-juin et août-septembre), afin d'échantillonner les 4 groupes biologiques choisis : amphibiens, odonates, coléoptères et gastéropodes. Les amphibiens ont été déterminés à l'espèce et les autres groupes au genre, lorsque cela était possible. Les secteurs colonisés et non colonisés ne peuvent être considérés comme différents concernant le nombre d'espèces



Queue de l'étang de l'Epinay avant l'intervention et après les travaux de restauration.

différentes observées, mais il existe une tendance indiquant que les sites colonisés sont généralement moins diversifiés.

Bilan humain et financier

Chaque année, 30 à 35 personnes sont impliquées dans le programme d'éradication de la Grenouille taureau en Sologne, dont 20 à 25 bénévoles. Environ 300 journées de terrains annuelles sont réalisées par les salariés des différentes structures impliquées dans cette gestion (techniciens et agents du Syndicat d'Entretien du Bassin du Beuvron, de l'ONCFS et du CDPNE). Entre 50 000 et 60 000 € sont ainsi investis dans la gestion de la Grenouille taureau en Sologne chaque année.

Valorisation des actions

Les actions réalisées sur la gestion de la Grenouille taureau en Sologne ont été valorisées par différents biais :

- bilan annuel des prospections et des phases opérationnelles ;
- programmes de sensibilisation du grand public (plaquette, réunions publiques, animation auprès des scolaires) ;
- film documentaire réalisé par Philippe Henri « La Grenouille taureau, une intruse en Sologne » ;
- articles dans la presse ;
- publications dans la revue Science Eaux et Territoires et un ouvrage collectif Plan Loire Grandeur Nature ;
- interventions lors de colloques et sessions de formation professionnelle.

Perspectives

Le bilan du plan de lutte est positif. En 2017, la surveillance des fronts de colonisation a été repoussée au-delà des limites habituelles du fait des inondations survenues au printemps 2016, ce qui a permis d'identifier de nouveaux sites colonisés. Ces résultats amènent les porteurs du projet à réfléchir au maintien, au renforcement de certaines actions et même à l'utilisation de nouvelles techniques de gestion et/ou de détection.

Les actions à poursuivre sont :

- poursuite de la veille à l'aide de l'ADN environnemental ;
- prospections de pontes et tirs en priorité sur les sites où des cas de reproduction et des juvéniles ont été observés (une quarantaine de sites prioritaires identifiés).



Gestion de l'Écrevisse de Louisiane (*Procambarus clarkii*) au sein du Parc naturel régional de la Brenne

Le projet

- **Localisation** : région Centre – Val de Loire
- **Maître d'ouvrage** : Parc naturel régional de la Brenne
Partenaires : acteurs territoriaux, chercheurs et scientifiques (Université de Poitiers)
- **Contact** : Aurore Coignet, chargée de mission espèces exotiques envahissantes
- **Financeurs** : Fonds Européens, la DREAL et la Région Centre-Val de Loire
- **Superficie sur laquelle a porté l'action** : Territoire du Parc naturel régional de la Brenne (soit plus de 7 600 hectares d'eau).
- **Période de réalisation du projet** : depuis 2007 (identification de l'Écrevisse rouge de Louisiane)
- **Milieus concernés** : étangs
- **Montant total pour l'action** : exemple projet Carnassiers-Ecrevisses : 245 000 € (2013-2015)

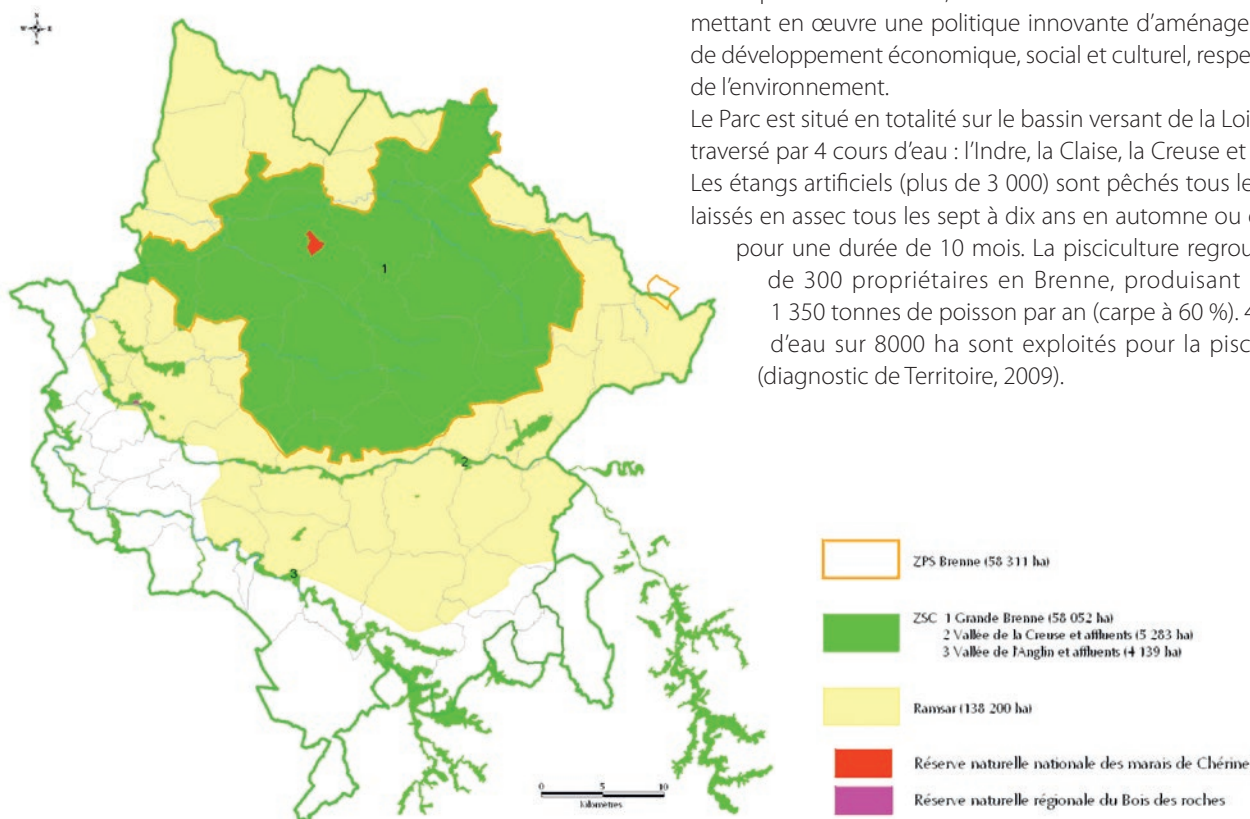
► Site d'intervention : la Brenne

La Brenne offre une véritable mosaïque de paysages qui lui confère de grandes richesses écologiques et paysagères : prairies, étangs, landes, massifs forestiers, vallées et grottes. Elle a été classée par la France au titre de la convention RAMSAR en 1991 pour la préservation des zones humides. Le territoire est reconnu au niveau européen, regroupant 4 sites Natura 2000 : 3 Zones Spéciales de Conservation (ZSC) au titre de la Directive « Habitat », avec les vallées de la Creuse et de l'Anglin et la Grande Brenne. On distingue également une Zone de Protection Spéciale (ZPS) au titre de la directive « Oiseaux » : la Brenne, qui se superpose à la ZSC de la Grande Brenne.

Créé le 22 décembre 1989, le Parc naturel régional (PNR) de la Brenne est situé dans le département de l'Indre et regroupe 51 communes pour une superficie de 182 700 hectares. Il est géré par un syndicat mixte regroupant toutes les collectivités qui ont approuvé la charte du Parc (communes, département de l'Indre, Région Centre et État) pour établir une gestion concertée et cohérente du territoire. Il a pour vocation de protéger et de valoriser le patrimoine naturel, culturel et humain de son territoire en mettant en œuvre une politique innovante d'aménagement et de développement économique, social et culturel, respectueuse de l'environnement.

Le Parc est situé en totalité sur le bassin versant de la Loire et est traversé par 4 cours d'eau : l'Indre, la Claise, la Creuse et l'Anglin. Les étangs artificiels (plus de 3 000) sont pêchés tous les ans et laissés en assec tous les sept à dix ans en automne ou en hiver pour une durée de 10 mois. La pisciculture regroupe plus

de 300 propriétaires en Brenne, produisant plus de 1 350 tonnes de poisson par an (carpe à 60 %). 4 000 ha d'eau sur 8000 ha sont exploités pour la pisciculture (diagnostic de Territoire, 2009).



Carte des sites classés au titre de RAMSAR et de Natura 2000 dans le Parc naturel régional de la Brenne.

Nuisances et enjeux

Le premier signalement de l'Écrevisse rouge de Louisiane dans le PNR de la Brenne date de juillet 2007 en centre Brenne. L'espèce est porteuse saine de la peste de l'écrevisse (*Aphanomycose*), identifiée comme l'une des principales causes de disparition des écrevisses indigènes. Quelques populations d'Écrevisses à pattes blanches sont encore présentes sur le département de l'Indre, mais aucune au niveau du territoire du Parc.

La présence de l'Écrevisse de Louisiane engendre de nombreux impacts écologiques, tels que la diminution des herbiers aquatiques et la prédation des mollusques et têtards. Ce second type d'impact a été confirmé par l'analyse de contenus stomacaux, réalisée en 2011 et 2015 (MANCHA CISNEROS, 2011 ; ROCHOTTE, 2015). Des dommages économiques sur la pisciculture sont également constatés : consommation des alevins. La réduction des massifs de végétation causée par la présence d'écrevisses de Louisiane peut favoriser la prédation des oiseaux piscivores, non négligeable pour la pisciculture.

D'autres impacts sont également visibles en Brenne, comme le creusement de terriers dans les berges et chaussées d'étangs. Ces terriers, qui s'ajoutent à ceux des ragondins, obligent certains propriétaires à restaurer la chaussée. De plus, la présence de ces terriers très nombreux permet à l'Écrevisse de Louisiane de se réfugier lors des mises en assec et des pêches d'étang.

Objectifs de gestion

Afin d'agir au mieux contre la colonisation de l'Écrevisse de Louisiane et de limiter les dommages occasionnés sur le territoire du Parc, une brigade de gestion des espèces exotiques envahissantes a été créée en octobre 2009. Cette équipe (4 personnes) assure le piégeage avec les propriétaires d'étangs tout en améliorant la connaissance de la répartition de cette espèce.

Trois grandes actions sont menées autour de cette thématique : la gestion, la sensibilisation/communication et la recherche. Les actions de recherche ont pour objectif d'améliorer les connaissances sur la biologie, l'écologie et la dynamique de l'espèce et d'adapter les interventions de gestion en conséquence.

Interventions

Concertation avec d'autres acteurs et partenaires

Dès le signalement de la présence de l'Écrevisse de Louisiane en juillet 2007, différentes actions de concertation ont été menées. Un comité de pilotage a été créé, présidé par le sous-préfet du Blanc, avec pour objectif de travailler activement et de façon coordonnée sur la gestion de l'espèce. Ce comité regroupe plusieurs acteurs territoriaux, des associations de protection de

la nature, l'AFB (ex-Onema), la Réserve naturelle nationale de Chérine, la Fédération de pêche de l'Indre, le Syndicat intercommunal pour l'assainissement et la mise en valeur de la Brenne, des chercheurs et scientifiques de l'Université de Poitiers, le Syndicat des propriétaires et exploitants piscicoles, etc. En 2008, un voyage d'étude a été effectué au Parc naturel régional de Brière (Loire-Atlantique), également concerné par la gestion de l'Écrevisse de Louisiane, afin de rencontrer les élus et de discuter des problèmes constatés.



Écrevisse de Louisiane (*Procambarus clarkii*).



Femelle d'Écrevisse de Louisiane grainée.

Travaux de recherche

Un partenariat avec l'université de Poitiers mis en place depuis 2010 permet de mieux connaître la biologie et l'écologie de l'espèce et d'améliorer les techniques de gestion. Différentes études ont été menées, telles que l'analyse des contenus stomacaux, la typologie des terriers, l'estimation des effectifs d'écrevisse par capture-marquage-recapture, le test de différents prototypes de pièges et d'appâts, etc.

Piégeage

En préalable à la gestion, les écrevisses ont été recherchées sur 470 étangs, dont 175 présentaient des **populations** d'Écrevisse de Louisiane (soit 37 %).

Le piégeage, maintenu toute l'année avec une pression suffisante, permet de réduire les populations d'Écrevisse de Louisiane. Le piégeage en hiver est également important, notamment pour les femelles grainées (avec des œufs) et larvées, qui sont capturées en grande majorité en automne et en hiver.

Plusieurs prototypes de nasses ont été testés. Les mailles doivent être de petite taille (5 mm) afin de pouvoir capturer toutes les cohortes d'individus. La nasse utilisée sur le territoire la plus efficace est en plastique dur, avec deux entrées et un compartiment au centre pour placer l'appât. Les appâts carnés (abats) ou les déchets de poissons semblent plus attractifs pour la capture des écrevisses.

Pêches d'étang

Une intervention au moment des pêches d'étangs (en automne-hiver) est également réalisée. Le diagnostic peut se faire par simple tour d'étang avec l'accord du propriétaire, en regardant sous les pierres, en détectant d'éventuels terriers, etc. Dans le cas où l'Écrevisse de Louisiane est présente, un grand nombre d'individus, peuvent être ramassés sur la vase et dans la pêcherie.

Le projet Interactions Poissons-Écrevisses

Cette étude a été mise en place en 2013 afin de trouver un relais efficace et complémentaire au piégeage, en travaillant sur l'empoissonnement d'un plan d'eau. Les résultats sont positifs et permettent de conseiller les propriétaires d'étangs et les pisciculteurs quant aux associations de poissons les plus adaptées pour limiter les **populations** d'Écrevisse de Louisiane sur les étangs concernés.



Nasse utilisée pour le piégeage de l'Écrevisse de Louisiane.

Résultats et bilan

Résultats globaux du piégeage

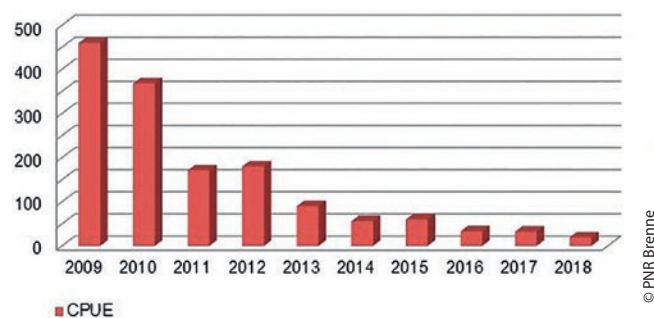
Depuis 2007, plus de 768 000 écrevisses ont été capturées et détruites par les différents acteurs du PNR (les propriétaires et gestionnaires d'étangs ainsi que les agents du PNR). L'implication et la participation des propriétaires d'étangs au niveau du territoire est très importante. Sans leur participation et leur dévouement, la gestion de cette espèce ne pourrait se faire de manière concertée et efficace.

Exemple de résultats sur un étang situé dans le sud du territoire du Parc

Les opérations de gestion ont débuté en 2009 sur cet étang. L'étang présente une surface de 13 ha, 15 à 20 nasses sont en place tout au long de l'année. Les étangs voisins font également l'objet de piégeage ce qui permet de contrôler les populations d'écrevisses sur cette petite chaîne d'étangs (au nombre de 5). Le piégeage est réalisé deux fois par semaine (pression jugée suffisante).

Depuis 2012, une diminution des captures a été constatée ainsi qu'une diminution de la taille des individus capturés. Depuis 2017, seulement 1 passage par semaine est réalisé en raison de la diminution des captures (seulement une trentaine d'individus capturés en moyenne par relève contre plus de 300 individus en 2010).

Bilan de la capture par unité d'effort (CPUE) 2009-2018 (CPUE = nombre d'écrevisses capturées / nombre de relevés)

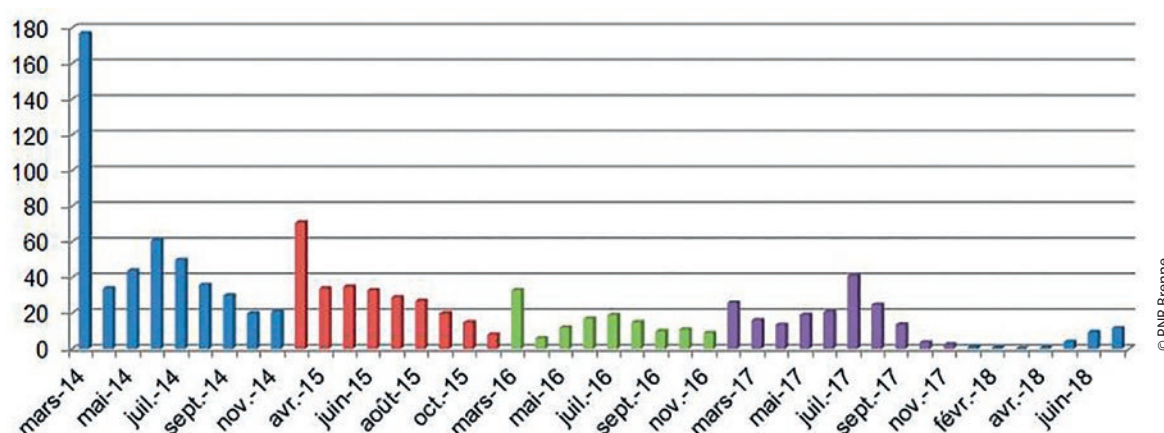


© PNR Brenne

Résultats du piégeage combiné à l'empoissonnement en carnassiers

Les poissons carnassiers testés dans le cadre de cette étude sont traditionnellement utilisés par les pisciculteurs en Brenne (aucune introduction de poisson non indigène). Une diminution des captures a été constatée dès la première année du projet. La combinaison de la gestion mécanique (piégeage) et biologique (poissons carnassiers) est une approche efficace pour diminuer les **populations** d'Écrevisses de Louisiane présentes. Le contrôle de ces **populations** peut être optimisé en passant par la combinaison de plusieurs méthodes de gestion (piégeage et empoissonnement en carnassiers dans le cas présent).

Synthèse des résultats du piégeage combiné à de l'empoisonnement dans un étang test



© PNR Brenne

► Coût des actions de gestion

À titre d'exemple pour le projet Poissons-Écrevisses, durant 3 années (2013-2015), le montant dépensé dans le cadre de la gestion de l'Écrevisse de Louisiane s'est élevé à 245 000 € (salaires, déplacements, achat de matériel, communication, animations, réunions, etc.). Cette action a été soutenue et financée par l'Europe (FEDER), la DREAL et la Région Centre-Val de Loire.

► Limites

La propagation de l'Écrevisse de Louisiane sur le territoire du PNR est encore importante, par des phénomènes de déplacements naturels (lors de fortes pluies et orages) mais également anthropiques (consommation personnelle). Il est impossible d'intervenir sur tous les étangs du territoire par le parc naturel seul (moyens humains importants), d'où la nécessité d'une implication forte des propriétaires. L'accès aux propriétés privées n'est pas systématique et peut créer des réservoirs d'espèces exotiques envahissantes. De plus, la gestion des étangs de grande surface en eau n'est pas possible uniquement par le piégeage.

► Valorisation des actions

Un film « la Peste rouge » a été réalisé afin de sensibiliser le public aux risques liés à l'Écrevisse de Louisiane. Une exposition itinérante est également disponible pour les communes du territoire du Parc et les écoles.

Des animations sont proposées aux plus jeunes (scolaires), comme par exemple celle « À la rencontre des espèces exotiques envahissantes » qui est réalisée chaque année depuis 2010 avec une classe de primaire.

Des actions de sensibilisation sont également proposées au grand public :

- « Ces espèces qui nous menacent », animation proposée dans le cadre des sorties nature sur le territoire du Parc (Brenne nature) : une animation par an ;
- Salon de la pêche (Indre) : chaque année depuis 2012, un stand sur l'Écrevisse de Louisiane et les autres espèces exotiques envahissantes y est présenté. En 2018, 300 visiteurs ont été accueillis sur ce stand ;
- Près de 20 articles de presse ont vu le jour depuis le début de l'action de gestion.

Des communications scientifiques ont également été réalisées avec :

- la participation à des colloques, séminaires et formations sur les espèces invasives et les étangs ;
- la publication d'articles scientifiques (publications dans revues et journaux scientifiques, actes de colloques) ;
- retour d'expérience de gestion sur l'Écrevisse de Louisiane pour le Groupe de Travail des Invasions Biologiques en Milieux Aquatiques (GT IBMA) ;
- article dans la revue Recherches Naturalistes n°4 ;
- édition de nouvelles fiches espèces dont l'Écrevisse rouge de Louisiane à destination du Grand public et des habitants du territoire du Parc.

► Perspectives

Les actions présentées précédemment seront poursuivies : réalisation de diagnostics (détection), piégeage, veille autour des étangs colonisés, gestion combinant le piégeage et les poissons prédateurs d'Écrevisses de Louisiane, conseil et accompagnement des propriétaires et gardes (écrevisses et plantes invasives). De plus, des formations sur les espèces exotiques envahissantes seront organisées pour les propriétaires et les agents communaux du territoire du Parc.





© S. Hudn

Partie 3 : fiches techniques

Organiser un réseau de veille et d'alerte

Fiches de gestion de 6 espèces

Fiches techniques diverses

Organiser un réseau de veille et d'alerte

Il est possible de limiter le flux d'introduction d'espèces exotiques dans les milieux naturels grâce à l'application d'une législation appropriée et à la sensibilisation du public, mais il ne peut être totalement évité. Afin de pouvoir agir au mieux sur les risques d'**invasions biologiques**, il est donc capital de pouvoir intervenir le plus tôt possible. De ce fait, la connaissance préalable des taxons, la détection précoce et la réaction rapide sont des éléments fondamentaux de toute stratégie de lutte contre les espèces invasives. Il est en effet reconnu que les investissements (humains et financiers) liés à la prévention de la prolifération des espèces exotiques envahissantes permettent d'éviter des coûts importants à long terme sur le plan social, économique et environnemental.

Suite à la parution du règlement européen en octobre 2014 et à la publication de la liste des espèces exotiques envahissantes préoccupantes pour l'Union européenne (cf. *chapitre page 24*), un travail est en cours à l'échelle nationale afin de concevoir un réseau de veille qui permettrait de favoriser la prévention. Ce futur réseau de veille reposerait sur les régions en tant qu'échelle opérationnelle, tout en s'appuyant sur les acteurs locaux.

Dans le bassin Loire-Bretagne, les coordinations territoriales font le lien entre les échelles locales et de bassin (cf. *chapitre page 44*), en assurant une animation sur leur territoire de compétence auprès des acteurs de la gestion des milieux naturels tout en participant aux travaux du groupe de travail de bassin. Les coordinations sont ainsi amenées à organiser un réseau de veille à leur échelle territoriale (département, région, bassin versant), qui permet une remontée des informations, la validation des données et leur transmission aux réseaux régionaux et de bassin.

Un document a été réalisé en 2015 (VARRAY, 2015) afin d'appuyer les coordinateurs territoriaux dans la structuration de ce réseau de veille. Celui-ci présente les grandes notions et les différents aspects à prendre en compte lors de la mise en place de ce réseau, sans en proposer une architecture définie afin que les différentes coordinations puissent prendre en compte leurs spécificités de composition et de fonctionnement lors de ce travail.

► Détection précoce et réseau de veille

La détection précoce : espèces et espaces à surveiller

Les espèces prioritaires pour la détection précoce se répartissent en deux catégories :

- les espèces émergentes : espèces exotiques présentes de manière très localisée sur la zone considérée, qui ne sont pas forcément envahissantes mais qui risquent de le devenir ;
- les nouvelles espèces : espèces absentes de la zone considérée mais connues dans un autre secteur (région voisine, zone naturelle voisine, autre bassin versant, etc.) pour être envahissantes et risquant d'être introduites.



Affiche développée par le comité régional Espèces exotiques envahissantes des Pays de la Loire pour favoriser la remontée de données concernant quelques espèces émergentes.

La détection précoce implique également la connaissance des espèces, l'identification et la surveillance des principales voies d'entrée et de circulation des espèces exotiques (cours d'eau, infrastructures de transport, chemins, routes forestières, etc. ; cf. *chapitre page 12*), ainsi que le suivi des milieux fortement sujets aux invasions (zones humides, zones ouvertes, zones très fréquentées) et des espaces à haute valeur conservatoire. L'identification et le suivi de ces voies et milieux augmentera la rapidité de détection de toute nouvelle espèce exotique potentiellement envahissante.

Le réseau de veille

Disposer d'un système de veille ou de surveillance efficace et opérationnel est indispensable dans la mise en œuvre de la détection précoce et d'actions rapides de gestion. Ce réseau s'appuie sur un ensemble d'acteurs coordonnés et formés à la reconnaissance des espèces émergentes suivies, mais aussi de l'ensemble des espèces de la liste européenne susceptibles d'arriver sur le territoire.

Ce réseau peut également comprendre le grand public, au moins pour les espèces relativement fréquentes, afin de compléter les inventaires ou les suivis réalisés par les acteurs de terrain en

augmentant la pression d'observation. Dans ce cas, la validation des données sera nécessaire et ses différentes étapes (qui valide les données, comment, grâce à quel(s) moyen(s), etc.), notamment concernant les données liées à la faune exotique envahissante. Les sciences participatives peuvent ainsi jouer un rôle important dans la veille, grâce à l'implication de différentes catégories d'acteurs.

D'une manière générale, la composition et le fonctionnement du réseau de veille seront à communiquer largement, notamment concernant la circulation de l'information, afin que toute personne susceptible de faire remonter des données concernant les espèces exotiques envahissantes sache à qui les transmettre (référénts départementaux et/ou régionaux, taxonomiques, etc.). Les informations recueillies par les membres du réseau de veille intégreront une ou plusieurs bases de données (régionale, CBN, etc.) tout en veillant à ce que ces données puissent être mutualisées à d'autres échelles (SINP, GBIF, etc.).

Plusieurs coordinations territoriales du bassin ont travaillé à la structuration de ce réseau, ce qui permet aux observateurs de savoir à qui transmettre les informations de terrain.

La veille

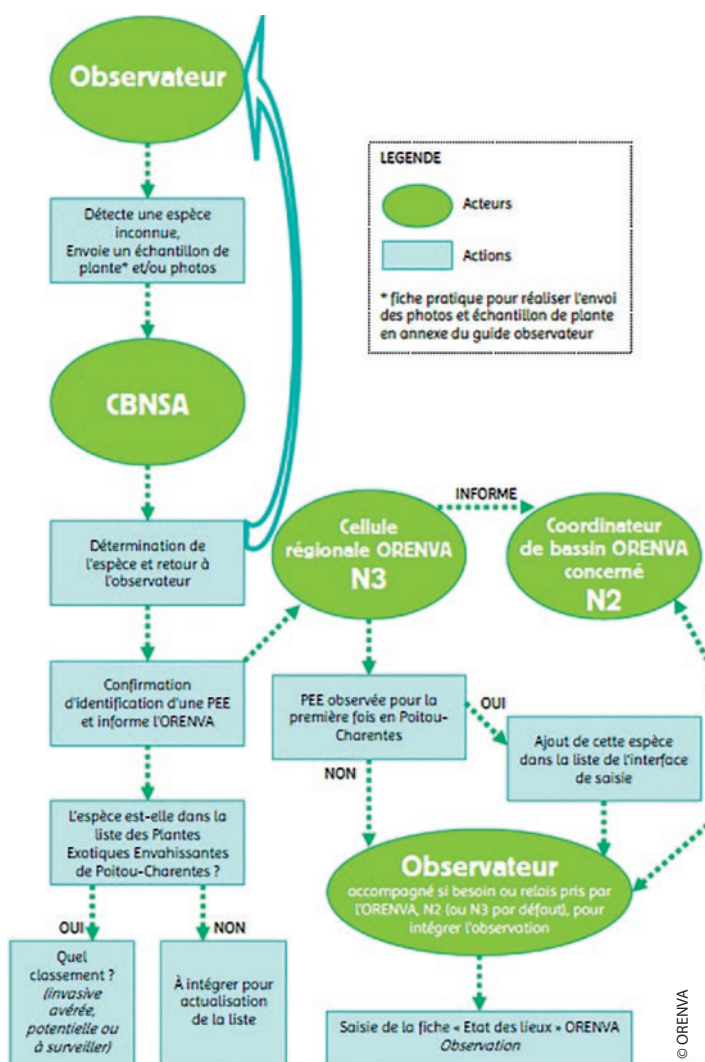
La veille consiste à la fois en une surveillance attentive du territoire dans son ensemble, mais aussi en un examen détaillé et régulier des espaces à risque, par rapport au risque de colonisation par des espèces invasives, présentes soit dans un espace proche appartenant au site étudié, soit dans la région.

Elle nécessite la présence sur le terrain d'observateurs formés à la reconnaissance des espèces à surveiller (comportant également les aspects liés à leur écologie et les différentes formes sous lesquelles elles se présentent). Cette veille inclut aussi l'auto-formation avec l'insertion acteurs dans les réseaux de compétences (comme pour l'Ambroisie à feuilles d'Armoise par exemple – cf. *retour d'expérience page 110*). Par ailleurs, de plus en plus de demandes de participation du public à cette veille sont recueillies et l'accroissement des sciences participatives peut leur permettre de contribuer à la veille.

Les zones prospectées, y compris celles qui sont indemnes de colonisation par telle ou telle espèce exotique envahissante, ainsi que les observations réalisées doivent faire l'objet d'une information des autres acteurs du territoire, ce qui suppose une centralisation de ces informations.

Les éléments nécessaires au réseau de veille

- Organiser des journées de formation à l'identification des espèces exotiques envahissantes pour les membres du réseau de veille, comprenant une présentation du fonctionnement du réseau de veille et d'alerte.
- Développer des outils d'identification et d'information pertinents et accessibles, adaptés au(x) public(s) ciblé(s) (spécialistes et/ou non spécialistes).
- Préciser les différentes étapes liées à la circulation et la validation des données (le cas échéant).



Organisation des acteurs de l'ORENVA pour la veille en Poitou-Charentes.

Le protocole d'alerte à mettre en œuvre

Le protocole d'alerte implique d'abord l'observateur sur le terrain, puis des documents d'orientation établis pour les espèces.

Les données de terrain à rassembler

Lorsqu'une espèce est détectée, il faut signaler sa présence en rassemblant plusieurs informations :

- préciser la localisation de la station, avec renseignement de coordonnées GPS si possible ;
- réaliser un ensemble de photos permettant de visualiser : le site où l'espèce a été trouvée, l'espèce en plan large, des détails de morphologie ou d'architecture voire de l'inflorescence pour les plantes le cas échéant. Pour les animaux, l'acquisition de photos peut être complexe, mais elle est nécessaire à la vérification de l'identification de l'espèce ;
- pour les végétaux, échantillonner la plante dans son ensemble si cela est possible, pour l'adresser au CBN référent afin d'obtenir ou de valider l'identification de l'espèce (échantillon sec en herbier ou dans l'alcool à 70 % pour les plantes aquatiques). Attention, les espèces réglementées au niveau européen sont interdites de transport et ne peuvent faire l'objet de ces manipulations, sauf si autorisation préfectorale (cf. chapitre page 26).

Dans le cas de la découverte d'une plante émergente, l'échantillonnage peut ne pas se révéler nécessaire si l'espèce est déjà connue des observateurs. La précision de la localisation et la prise de photographies du site comme de la plante restent cependant indispensables.

Outre le rassemblement de ces différentes informations, il est également recommandé de rechercher l'espèce autour du site où elle a été détectée, afin de savoir si elle n'a pas d'autres stations de développement, voire en aval si l'espèce a été contactée sur les berges ou dans le lit d'une rivière. Les résultats de ces observations complémentaires doivent être précisés pour être éventuellement incorporés dans la fiche d'alerte.

Identifier l'espèce et envisager les problèmes qu'elle peut poser

Dans beaucoup de cas, les plantes trouvées n'ont pas forcément un fort impact potentiel. Il est donc nécessaire d'avoir une pré-identification de l'espèce et des problèmes envisageables : c'est le rôle des fiches d'alerte qui doivent lever toute ambiguïté de détermination et orienter les actions ultérieures.

La fiche d'alerte

La fiche d'alerte a pour but de synthétiser les informations relevées sur le terrain et d'en faciliter la diffusion. Elle peut prendre des formes et avoir des contenus variés, mais plusieurs éléments sont communs à la plupart des fiches d'alerte :

- l'identification de l'espèce observée, avec le nom vernaculaire et latin et quelques éléments de reconnaissance et d'écologie de l'espèce considérée ;



Stage de formation à la reconnaissance et à la gestion de la faune exotique envahissante (36).

Les éléments nécessaires au protocole d'alerte

- Avoir un réseau d'observateurs de terrain.
- Avoir des têtes de réseaux et des voies de circulation de l'information bien identifiées.
- Rédiger des fiches d'alerte qui seront largement diffusées (réseau Loire-Bretagne, réseau des CBN, réseau des CEN, autres réseaux constitués en métropole, groupe de travail Invasions biologiques en milieux aquatiques, etc.).

- la situation géographique de l'espèce, avec la précision de la présence de l'espèce dans une autre zone de la coordination territoriale le cas échéant, la localisation précise de l'observation, la surface envahie, la formation éventuelle de fruits et/ou de plantules dans le milieu faisant l'objet du relevé ;
- les modes de gestion connus pour l'espèce.

D'autres informations peuvent également apparaître sur la fiche d'alerte, telles que les impacts connus et/ou observés de l'espèce, le risque de propagation de l'espèce, les structures ou personnes à contacter en cas de détection, etc.

Une fois la fiche d'alerte rédigée, celle-ci doit être transmise aux différentes échelles : nationale, bassin et locale (aux réseaux locaux d'observateurs). Cette transmission peut s'effectuer par les relais territoriaux ou bassin, qui transmettront l'information par la suite. L'envoi des fiches d'alerte aux observateurs locaux permet

d'une part d'informer de la présence potentielle de l'espèce identifiée sur leur territoire et favorise d'autre part la remontée de données de répartition, dans le cas où l'espèce aurait déjà été observée sans être signalée (par méconnaissance de ses enjeux par exemple).

Vers une intervention rapide

Une fois la détection confirmée (nouvelle espèce ou espèce émergente), il est nécessaire de débiter aussitôt une analyse de la situation à gérer, c'est-à-dire de réaliser un état des lieux, afin de définir une **stratégie de gestion** (cf. chapitres pages 54 et 60). Concernant la détection d'une nouvelle espèce, deux possibilités de gestion peuvent être rencontrées (la surveillance ou l'intervention ; cf. chapitre page 50). Le cas échéant, le coordinateur territorial pourra solliciter le groupe de travail de bassin afin de recueillir l'avis d'experts sur la gestion envisagée et sa réalisation.

DOCUMENT D'ALERTE

Plante exotique envahissante émergente



Aponogeton odorant
Aponogeton distachyos
Famille des Aponogetonaceae
Originaire d'Afrique du Sud

ELEMENTS MORPHOLOGIQUES ET DESCRIPTIFS

Plante aquatique vivace à souche bulbeuse. Grandes feuilles flottantes, vert sombre, élonguées à lancéolées pouvant atteindre 25 cm de longueur et 8 cm de large, munies d'un long pétiole engainant. Inflorescence émergente de 4 à 10 cm, distique, à 2 épis terminaux bifurques formant un « Y », portée par un long pédoncule cylindrique. Fleurs très odorantes, de couleur blanche. L'inflorescence comporte 6 à 12 étamines de couleur brun à pourpre. Le fruit est formé de 2 à 6 carpelles soudées à la base contenant chacune 1 à 4 graines flottantes. Confusion possible avec des espèces du genre Pectanopteron.






SITUATION ECOLOGIQUE

L'Aponogeton odorant est susceptible de s'implanter dans les milieux naturels aquatiques peu profonds à eaux douces stagnantes ou à faible courant (étangs, crevasses, etc.).

La floraison de l'espèce a lieu au printemps ainsi qu'à l'automne. Elle semble entrer en dormance lors des périodes d'inondation estivale.

SITUATION GEOGRAPHIQUE

A partir d'individus cultivés pour l'aquariophilie (introduction en Europe pour l'ornement au 17^{ème} siècle), l'Aponogeton odorant est désormais naturalisé dans le midi, le Centre et aurait tendance à se naturaliser dans le sud-ouest de la France. Plante encore peu abondante pouvant former localement des habitats aquatiques denses. Taux signalé en Gironde et dans les Landes sur les communes de Biscarosse, Sanguinet et Lugat.



VOS OBSERVATIONS NOUS INTERESSENT

Le Conservatoire botanique suit la colonisation de cette espèce et tente d'enrayer son invasion. Il est important de signaler toute observation nouvelle de cette espèce à :

Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique
Domaine de Certes Graveyron, 33 980 AUDENGE
Courriel : cba@infllaposte.net
Tél : 05 57 76 18 07

MOYENS DE LUTTE ET DE CONTROLE

Espèce à surveiller afin de détecter toute dynamique d'envahissement éventuelle. L'arrachage manuel ou mécanique des herbiers est envisageable après confirmation et identification de la plante par le Conservatoire botanique. Utilisation en ornement et aquariophilie à proscrire.



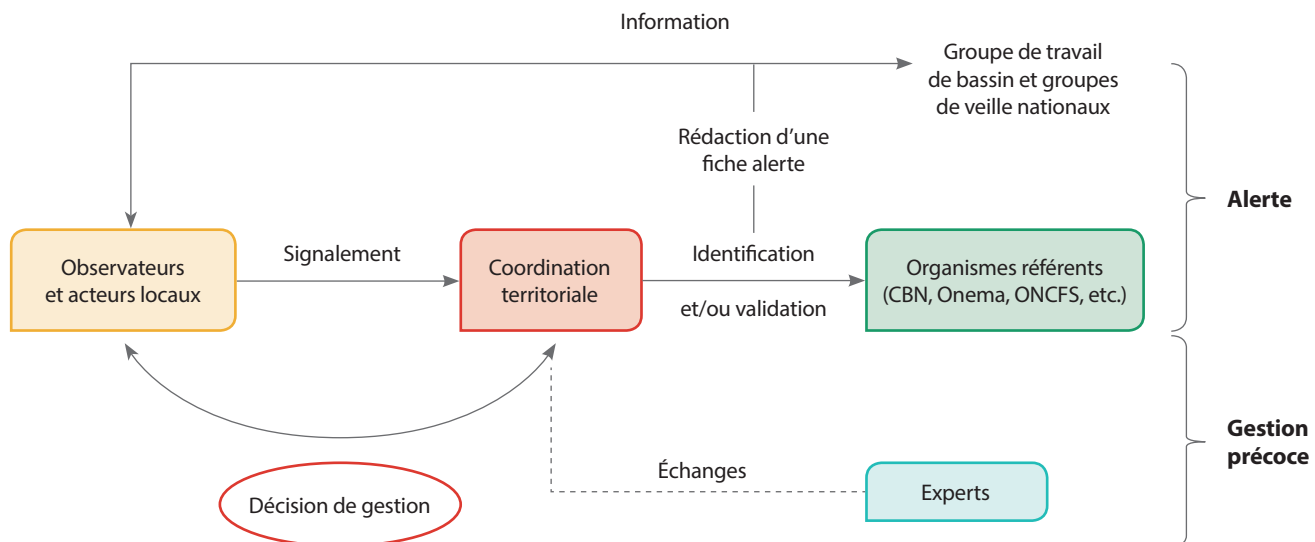
© CBN Sud-Atlantique

Fiche d'alerte rédigée par le CBN Sud-Atlantique sur la Vanille d'eau (*Aponogeton distachyos*), une espèce exotique émergente.

Les éléments nécessaires à la réponse rapide

- Établir une base de données sur les espèces exotiques présentes sur le territoire métropolitain comportant des éléments de répartition et les informations sur leur potentiel invasif pour faciliter la mise en place de stratégies locales de gestion.
- Constituer une liste de référents scientifiques et techniques pour chaque région ou zone géographique, régulièrement actualisée.

Fonctionnement général de l'alerte et de l'intervention précoce (VARRAY, 2015)



© FCEN

Jussies exotiques

(*Ludwigia grandiflora* et *Ludwigia peploides*)

Éléments de reconnaissance

Les jussies sont des plantes **amphibies** enracinées se développant, lorsque les conditions le permettent, sous forme d'herbiers denses, aux tiges érigées dans la plupart des cas. En France, les jussies envahissantes correspondent à deux taxons, la Jussie à grande fleur (*Ludwigia grandiflora*) qui possède des **stipules** noires, triangulaires avec une pointe plus ou moins effilée, et la Jussie rampante ou faux-pourpier (*Ludwigia peploides*) qui a des **stipules** brun clair et arrondies en forme de haricot.

Les formes terrestres de ces deux espèces sont en général de petite taille (généralement de moins d'un mètre en longueur cumulée des tiges). Elles présentent des feuilles arrondies de petite taille et des enracinements puissants répartis tout le long des tiges. Ces formes s'installent dans les prairies humides, au ras du sol, mais aussi dans les bras morts asséchés. Des formes prairiales de repousses en milieu pâturé ont été observées, avec des feuilles petites, plutôt allongées, des tiges grêles et très ramifiées (cf. expérience de gestion page 106).

La forte variabilité morphologique de ces deux espèces rend quelquefois difficile la distinction entre elles, surtout en début de cycle. Il est par ailleurs possible de confondre ces deux espèces de jussie exotiques entre elles ou avec la jussie indigène (*Ludwigia palustris*).



Ludwigia peploides.



Ludwigia grandiflora.

Biologie et écologie

Les jussies sont des plantes **vivaces** de la famille des Onagracées, originaires d'Amérique du Sud. Elles adoptent différentes morphologies en fonction du type de milieu colonisé.

Statut réglementaire des jussies

Ces espèces figurent sur la liste des espèces exotiques envahissantes préoccupantes pour l'Union européenne, ainsi que sur la liste des espèces végétales ciblées par l'article L.411-5 et 6 du Code de l'environnement. Elles sont ainsi interdites d'introduction sur le territoire, de détention, de transport (en dehors du transport vers les sites de destruction des plantes), de colportage, d'utilisation, d'échange, de mise en vente, vente ou achat.

Habitats : les jussies apprécient les eaux très ensoleillées, stagnantes ou faiblement courantes (plans d'eau, les parties lentes des cours d'eau, annexes hydrauliques diverses, fossé, etc.), berges, prairies humides, zones humides.

Écologie : les jussies sont peu exigeantes en termes de nutriments et de substrats (vases émergées, bancs de galets, sables, gravières, etc.), mais leur croissance est plus rapide dans les milieux **eutrophes**. Leurs grandes capacités d'adaptation leur permettent de s'installer dans les **biotopes** les plus favorables jusqu'à près de 3 m de profondeur et jusqu'à environ 0,8 m au-dessus du niveau moyen des eaux. À l'automne, les jussies perdent leurs feuilles qui forment une litière organique accélérant le comblement d'un plan d'eau.

Multiplication végétative : la multiplication végétative est le principal moyen d'extension des jussies dans les milieux aquatiques. En effet, les fragments de tiges constituent des boutures viables dès lors qu'ils comportent un nœud. Ils sont de plus capables de rester quelques semaines dans l'eau sans perdre cette capacité de régénération.

Reproduction : la reproduction sexuée est un moyen complémentaire efficace de développement des stations de jussies. Le rôle de la reproduction par graines dans la propagation des espèces est encore mal connu, mais les semences sont fertiles et peuvent reproduire des plantules viables.

Origine et répartition

D'origine américaine et introduites dans les jardins botaniques en France, les jussies ont d'abord été observées sur le Lez à Montpellier vers 1820-1830. La beauté de leurs fleurs a conduit assez rapidement à les installer dans les sites et bassins d'agrément. Depuis la fin du XIX^e siècle et durant les trois dernières décennies, leur dynamique d'extension s'est très largement accélérée pour gagner une grande partie du territoire métropolitain.

Ces deux espèces sont largement réparties sur le bassin Loire-Bretagne. Depuis une dizaine d'années, les colonisations de prairies humides ont fortement progressé et posent des difficultés de gestion spécifiques (cf. retours d'expérience).

Impacts de l'espèce

Les jussies font partie des espèces de plantes aquatiques envahissantes les plus problématiques à l'échelle européenne et française.

Impacts sur la biodiversité

- Modification des caractéristiques physico-chimiques des milieux par la diminution du taux d'oxygène dissout, du pH.
- Concurrence avec la flore aquatique immergée en empêchant la pénétration de la lumière vers le fond.
- Baisse locale de la diversité végétale et animale.
- Accélération du comblement des milieux colonisés par l'abondante matière organique produite par les jussies.

Impacts sur les activités humaines

- Impacts négatifs sur l'agriculture : bouchage de prises d'eau, gêne dans l'entretien de canaux de drainage, perte de qualité de pâturage lorsque les jussies colonisent des prairies.
- Encombrement des cours d'eau perturbant la circulation des embarcations, répercussions sur le tourisme, la pêche et la chasse.
- Impact positif : ornement, plante mellifère.

Éléments de gestion

La gestion d'une espèce exotique envahissante aura d'autant plus de chance d'être un succès si elle est intégrée à une réflexion globale comprenant la réalisation d'un état des lieux initial détaillé et la mise en place d'un suivi post-intervention. Cette réflexion est présentée dans la partie « planifier la gestion » et a pour objectif d'aider les acteurs confrontés aux espèces exotiques envahissantes à concevoir leurs opérations de gestion.

Arrachage

En fonction de la taille de la **population** à gérer, il y a deux possibilités d'arrachage :

- **Arrachage mécanique** sur de gros herbiers (plusieurs centaines de m²), en recherchant l'enlèvement complet de la plante. Ce mode de gestion nécessite cependant que le sol aux abords de la zone à gérer puisse supporter le poids des engins ou l'emploi d'une pince hydraulique. Il est impératif de combiner cette méthode avec un arrachage manuel en finition du travail mécanique, pour retirer les plants restants et les fragments de jussie.
- **Arrachage manuel** à privilégier pour les autres herbiers (de moyenne et de petite tailles). Il peut être réalisé à partir des berges ou directement sur le plan ou le cours d'eau, en waders, cuissardes ou à l'aide d'embarcations en fonction de la profondeur.



Chantier d'arrachage manuel de jussie à Apigné (35).

Lutte chimique

L'utilisation de produits phytosanitaires est à proscrire pour éliminer les espèces invasives aquatiques à cause des effets induits sur les écosystèmes aquatiques et la santé humaine. Elle est d'autre part interdite à moins de 5 m d'un cours d'eau ou d'une zone de captage (arrêté du 12 septembre 2006). Il n'existe d'autre part plus de produits phytosanitaires homologués pour les milieux aquatiques depuis 2009.

Aspects liés à la gestion à proscrire

Le faucardage est déconseillé, car il enlève uniquement les parties aériennes de la plante et peut générer de nombreux fragments susceptibles de coloniser d'autres sites. Le compostage sur berge est à éviter car il existe un fort risque de reprise des plants en milieu terrestre, si le milieu est humide.

Bibliographie :

- DANDELOT S., MATHERON R., LE PETIT J., VERLAQUE R. & CAZAUBON A., 2005. Variations temporelles des paramètres physicochimiques et microbiologiques de trois écosystèmes aquatiques (Sud-Est de la France) envahis par des *Ludwigia*. C.R. Biologies 328 :991-999
- FRIED G., 2012. Guide des plantes invasives. In : Collection « L'indispensable guide des... Fous de Nature ! » (éd. Eyssartier G.), Éditions Belin, Saint-Just-la-Pendue, France, 272 pp.
- LAMBERT E., DUTARTRE A., COUDREUSE J. & HAURY J., 2010. Relationships between the biomass production of invasive *Ludwigia* species and physical properties of habitats in France. *Hydrobiologia* 656:173-186
- 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. Écologie, Environnement. Université François Rabelais – Tours, 282 p.

Berce du Caucase

(*Heracleum mantegazzianum*)

Éléments de reconnaissance

Plante **herbacée**, **vivace**, parmi les herbes les plus grandes d'Europe, mesurant généralement 2 m de haut, mais elle peut exceptionnellement atteindre 4-5 m. Les tiges atteignent 5-10 cm de diamètre et sont de couleur pourpre ou souvent tachetées de pourpre. Les feuilles des plants matures sont divisées à des degrés divers, soit en trois parties à peu près égales qui peuvent elles-mêmes être divisées, soit divisées en plus de trois parties. La racine est pivotante et profonde, bien que, lorsque le substrat est dur ou caillouteux, elle puisse produire de nombreuses racines latérales. Les feuilles mesurent généralement 50 à 100 cm de longueur, avec un pétiole ponctué de taches rouges. Les fleurs blanches sont regroupées en ombelles pouvant atteindre 80 cm de diamètre.

Biologie et écologie

Habitats : cette plante se retrouve dans les milieux frais et assez riches en azote tels que les friches, les talus et remblais ainsi que les berges de rivières, les lisières et les prairies humides.

Biologie : la Berce du Caucase peut résister à des températures de -40 °C.

Reproduction : la Berce du Caucase croît depuis la fin du printemps jusqu'au début de l'été de plusieurs centimètres par jour. Elle ne fleurit pas dès la première année, ce n'est qu'arrivée à maturité (au bout de 3 ou 4 ans) qu'elle déploie ses ombelles et peut disperser dans la nature quelques 20 000 graines par pied avec un pouvoir germinatif pouvant s'étaler sur plusieurs années. Son unique floraison est suivie par la mort de la plante. La fructification a lieu à l'automne. Ses

fruits sont de forme ovale-elliptique et largement ailés, facilitant leur **dispersion** par le vent mais aussi par l'eau. Ils peuvent ainsi être transportés en grand nombre et sur des distances considérables, en particulier lors des crues.

Origine et répartition

La Berce du Caucase est originaire du Caucase et a été introduite comme plante ornementale en Grande-Bretagne en 1817 dans les

Statut réglementaire de la Berce du Caucase

Cette espèce figure sur la liste des espèces exotiques envahissantes préoccupantes pour l'Union européenne, ainsi que sur la liste des espèces végétales ciblées par l'article L.411-5 et 6 du Code de l'environnement. Elle est ainsi interdite d'introduction sur le territoire, de détention, de transport (en dehors du transport vers les sites de destruction des plantes), de colportage, d'utilisation, d'échange, de mise en vente, vente ou achat.

jardins botaniques royaux de Kew. Parallèlement, elle a été introduite dans plusieurs autres jardins botaniques européens au cours du XIX^e siècle par échange de graines, puis a été distribuée largement comme plante ornementale dans les jardins et les parcs (Nielsen *et al.*, 2005). Sur le bassin Loire-Bretagne, sa présence est ponctuelle.

Impacts de l'espèce

Impacts sur la biodiversité

- Compétition avec la plupart des espèces indigènes présentes sur les secteurs où elle s'implante, la Berce croissant rapidement avant l'émergence des autres végétaux (NIELSEN *et al.*, 2005), ce qui a été notamment observé en Basse-Normandie (SARAT *et al.*, 2015). Cela peut entraîner dans certains secteurs l'érosion des berges en l'absence de **ripisylve** (LEVY *et al.*, 2015) ;
- Baisse de la richesse spécifique dans les secteurs envahis (PYŠEK, 1991 ; HEJDA *et al.*, 2009, CBN, 2017).

Impacts sur la santé humaine

La Berce du Caucase est recouverte de poils allergisants qui peuvent provoquer de l'urticaire. Elle produit d'autre part une toxine phototoxique appelée Xanthotoxine qui est présente dans la sève et peut provoquer des dommages aux cellules de l'épiderme qui apparaissent après plusieurs heures, appelées phytophotodermatites (ROBERT & AUCLERC, 2015).

Éléments de gestion

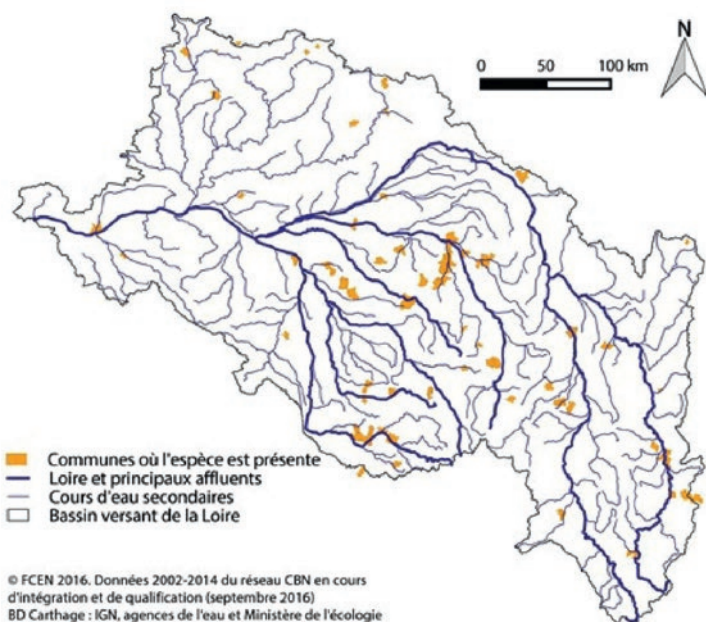
La gestion d'une espèce exotique envahissante aura d'autant plus de chance d'être un succès si elle est intégrée à une réflexion globale comprenant la réalisation d'un état des lieux initial détaillé et la mise en place d'un suivi post-intervention. Cette réflexion est présentée dans la partie « planifier la gestion » et a pour objectif d'aider les acteurs confrontés aux espèces exotiques envahissantes à concevoir leurs opérations de gestion.

Lors d'une intervention de gestion sur la Berce du Caucase, le port de gants imperméables est impératif et l'intégralité du corps doit



Heracleum mantegazzianum.

© J. Cordier - MNHN CBNBP



La Berce du Caucase est une espèce exotique envahissante émergente encore peu présente sur le bassin de la Loire (Holliday *et al.*, 2017).



L'exposition à la sève de Berce de Caucase entraîne une photosensibilité qui peut provoquer de graves brûlures.

être protégée de manière à éviter le contact direct de la peau avec la plante (vêtements à manche longue, combinaison).

Arrachage manuel

L'arrachage manuel est le moyen le plus efficace pour éliminer les individus adultes. Pour cela, il faut déterrer l'extrémité supérieure de la racine à l'aide d'une pelle bêche et sectionner la plante juste au-dessous du collet. C'est à ce niveau que la plante produit de nouvelles repousses.

Cette solution est envisageable pour une faible population de Berce du Caucase.

Fauchage manuel

Une coupe juste avant la floraison affaiblit la plante et permet de réduire progressivement la banque de graines dans le sol. L'efficacité du contrôle est accrue en augmentant le nombre de fauches quelques semaines plus tard pour éliminer la plante au regain et en appliquant un certain nombre de mesures sur le site de fauche : gérer la plante avec un équipement complet ; à grande échelle, on préconise de ne gérer que les individus en fleurs. Retirer la terre autour du collet afin d'accélérer le séchage, stocker les résidus de gestion en milieu ouvert pour s'assurer du séchage complet, nettoyer les outils à grandes eaux avec des gants imperméables.

Lutte chimique

L'utilisation de produits phytosanitaires est interdite à moins de 5 m d'un cours d'eau ou d'une zone de captage (arrêté du 12 septembre 2006). Il n'existe d'autre part plus de produits phytosanitaires homologués pour les milieux aquatiques depuis 2009.

Lutte biologique

Le pâturage ovin, bovin ou équin peut être réalisé, ces animaux consommant la Berce à son stade juvénile. Il est cependant préférable de retirer dans un premier temps les individus adultes, car ils représentent un risque de brûlure des animaux. Cette méthode donne de bons résultats et permet d'exclure la Berce au bout de quelques années.

Bibliographie :

- HEDJA M., PYŠEK P., JAROŠIK V., 2009. Impact of invasive plants on the species richness, diversity and composition of invaded communities. *Journal of Ecology* 97 : 393-403.
- HOLLIDAY J. (Coord.), 2017. *Atlas des espèces exotiques envahissantes du bassin de la Loire – Bilan des connaissances de la répartition 2002-2014*. Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, 95 pages.
- LEVY V. (coord.), WATTERLOT W., BUCHET J., TOUSSAINT B. & HAUGEL J.C., 2015. Plantes exotiques envahissantes du Nord-Ouest de la France : 30 fiches de reconnaissance et d'aide à la gestion. *Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul*, 140 p.
- NIELSEN C., RAVN H.P., NENTWIG W., WADE M. (eds.), 2005. The Giant Hogweed Best Practice Manual. Guidelines for the management and control of an invasive weed in Europe. *Forest & Landscape Denmark*, Hoersholm, 44 pages.
- PYŠEK P., 1991. *Hercleum mantegazzianum* in the Czech Republic: dynamics of spreading from the historical perspective. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica*, 26 : 439-454.
- ROBERT M. & AUCLERC P., 2015. La Berce du Caucase : une géante non désirée. *Loire & Terroirs* n°x, 17-22.



Pour éviter tout contact entre la peau et la sève de la Berce du Caucase lors de sa gestion, il est nécessaire de porter une combinaison intégrale, des gants et des lunettes.

Crassule de Helms

(*Crassula helmsii*)

Éléments de reconnaissance

La Crassule de Helms est une petite plante **amphibie**. Cette espèce mesure entre 10 et 60 cm de long. Elle présente des tiges immergées parfois rougissantes, longues et grêles. Les tiges émergées sont courtes et plus robustes. Les feuilles sont petites, simples, opposées et vert clair, charnues, linéaires et pointues. Ses fleurs, observables de juin à septembre, sont situées à l'aisselle des feuilles. Elles sont petites et discrètes, possèdent 4 pétales et présentent une couleur blanche à rosée.

La Crassule de Helms présente une morphologie très variable en fonction du lieu où elle se développe, possédant des accommodats aquatiques et terrestres.

Biologie et écologie

Habitats : la Crassule de Helms colonise un large panel de milieux en zones humides et affectionne les milieux stagnants tels que les marais, les plans d'eau, les fossés, les bras morts, etc.

Écologie : la Crassule peut s'implanter jusqu'à 3 mètres de profondeur. Elle tolère une large gamme de pH de sol ainsi que des eaux légèrement salées. Elle est également capable de se développer hors de l'eau sur sol détrempé et supporte une exondation estivale prolongée.

Reproduction : en France, seule la reproduction végétative est observée. En automne, la plante produit de petits bourgeons (turions) au sommet de la tige. Ils peuvent se détacher et être transportés par l'eau ou les oiseaux d'eau sur de longues distances pour coloniser d'autres zones. En été, la plante peut se disperser par fragmentation, chaque entrenœud pouvant émettre des racines adventives.

Origine et répartition

Originaire d'Australie et de Nouvelle-Zélande, cette espèce a été introduite en Angleterre en 1911, puis commercialisée à partir de 1927. En France, elle est observée dans le milieu naturel depuis 1999 dans le département de la Vendée.

Statut réglementaire de la Crassule de Helms

À la date de parution de cet ouvrage, la Crassule de Helms ne figure pas sur la liste des espèces exotiques envahissantes préoccupantes pour l'Union européenne, ni sur celle des espèces végétales ciblées par l'article L.411-5 et 6 du Code de l'environnement. Cette espèce n'a actuellement pas de statut juridique mais a été proposée à l'ajout de ces listes par les gestionnaires de milieux naturels, cette espèce y présentant une extension rapide sur l'ensemble des territoires qu'elle a jusqu'alors colonisés.

Cette espèce est encore émergente à l'échelle du bassin Loire-Bretagne, mais présente des **populations** denses dans certains secteurs tels que les Pays de la Loire.

Impacts de l'espèce

La Crassule de Helms peut former d'épais tapis de plusieurs centimètres d'épaisseur, recouvrant et étouffant toute flore préalablement établie. Les crues et les travaux de faucardage ou de curage contribuent à la **dispersion** de l'espèce dans les réseaux hydrographiques.

Impacts sur la biodiversité

- Compétition avec la flore indigène jusqu'à la supplanter totalement.
- Modification des caractéristiques physico-chimiques des zones colonisées en accélérant l'envasement et en limitant les échanges gazeux avec la surface.
- Accélère la sédimentation des matières organiques et l'**eutrophisation** de l'eau.

Impacts sur les activités humaines :

- Modification du régime hydraulique.
- Réduction de l'écoulement de l'eau et augmentation du risque d'inondation.
- Risque de noyade du bétail dans les zones pâturées, où elle peut également combler les abreuvoirs naturels.

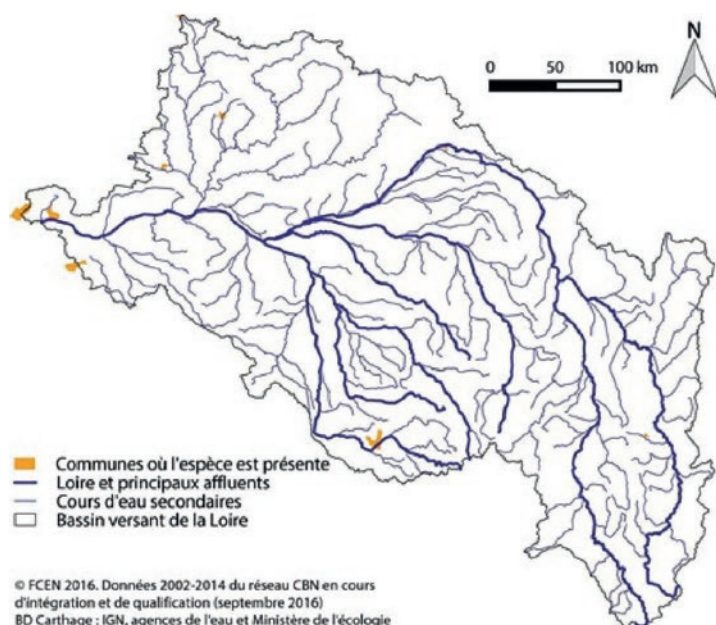
Éléments de gestion

La gestion d'une espèce exotique envahissante aura d'autant plus de chance d'être un succès si elle est intégrée à une réflexion globale comprenant la réalisation d'un état des lieux initial détaillé et la mise en place d'un suivi post-intervention. Cette réflexion est présentée dans la partie « planifier la gestion » et a pour objectif d'aider les acteurs confrontés aux espèces exotiques envahissantes à concevoir leurs opérations de gestion.



© F. Réfait - MNHN - CBNBP

Crassula helmsii.



La Crassule de Helms est encore une espèce exotique envahissante émergente sur le bassin de la Loire, mais elle est de plus en plus signalée. (HOLLIDAY *et al.*, 2017).

Arrachage

À ce jour, il n'est pas connu de moyen de gestion efficace de la plante lorsque les sites colonisés excèdent plusieurs mètres carrés. En cas de colonisation récente et d'herbiers de faibles surfaces, en enlevant le substrat avec les plantes. Cette méthode est à proscrire si elle nécessite le retrait de plusieurs m³. Le substrat contenant la plante sera ensuite enfoui en dehors de toute zone humide.

- **Comblement** : dans le cas de présence sur des mares ne présentant pas d'espèces protégées, le comblement est envisageable.
- **Pose de bâche** : la couverture de la pièce d'eau colonisée avec une bâche épaisse et opaque peut être envisagée pour de petites zones couvertes par la plante. Afin d'éviter tout risque de noyade, la présence de la bâche devra être signalée.

Lutte chimique

L'utilisation de produits phytosanitaires est à proscrire pour éliminer les espèces invasives aquatiques à cause des effets induits sur les écosystèmes aquatiques et la santé humaine. Elle est d'autre part interdite à moins de 5 m d'un cours d'eau ou d'une zone de captage (arrêté du 12 septembre 2006). Il n'existe d'autre part plus de produits phytosanitaires homologués pour les milieux aquatiques depuis 2009.

Aspects liés à la gestion à proscrire

L'arrachage mécanique et manuel sont déconseillés, notamment sur de larges **populations**, car les tiges de cette espèce sont très fragiles et sa capacité de bouturage est très importante : un fragment inférieur à 5 mm peut suffire à reconstituer un individu. La récolte de l'ensemble des fragments après une intervention de ce type est inenvisageable.

Précautions liées à la gestion de la Crassule de Helms

- Poser des filets filtrants (maille 1x1 cm) pour éviter la propagation de boutures qui peuvent aller contaminer les milieux en aval.
- Ne laisser aucun fragment suite au chantier d'arrachage, sinon la plante se réinstalle.
- Nettoyer les engins pour éviter le transport de **propagules** viables (chenilles, pneus, etc.) et la **dispersion** des plantes au fur et à mesure du déplacement des travaux. Cette précaution est également à prendre aussi bien dans le cadre d'un arrachage mécanique de jussie comme de tout chantier de travaux en milieux aquatiques et zones humides (entretien des milieux, curage, etc.).
- Il est préférable de combiner une action sur les jussies à des méthodes d'intervention sur le milieu afin d'influer sur les conditions écologiques pour les rendre moins favorables aux jussies (restauration de milieux, plantation de **ripisylve**, etc.).
- Arrêter le pâturage pendant les premières phases de gestion des jussies afin de permettre le développement d'espèces autochtones concurrentielles et éviter la propagation de boutures par les animaux.

Bibliographie :

- DORTEL F. & DUTARTRE A., 2018. La Crassule de Helms (*Crassula helmsii* Cockayne, 1907) : Fiche d'alerte détaillée, première analyse des risques, possibilités de régulation et mesures de biosécurité. CBN Brest et GT IBMA. 23 pages.
- FRIED G., 2012. Guide des plantes invasives. In : Collection « L'indispensable guide des... Fous de Nature ! » (ed. Eyssartie G.), Éditions Belin, Saint-Just-la-Pendue, France, 272 pp.
- HOLLIDAY J. (Coord.), 2017. *Atlas des espèces exotiques envahissantes du bassin de la Loire – Bilan des connaissances de la répartition 2002-2014*. Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, 95 pages.
- LEVY V. (coord.), WATTERLOT W., BUCHET J., TOUSSAINT B. & HAUGEL J.C., 2015. Plantes exotiques envahissantes du Nord-Ouest de la France : 30 fiches de reconnaissance et d'aide à la gestion. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, 140 p.



Chantier de gestion de la Crassule de Helms à Gétigné (44).

Raton laveur

(*Procyon lotor*)



Raton laveur (*Procyon lotor*).

Éléments de reconnaissance

Le Raton laveur est reconnaissable à son masque facial noir et à sa longue queue annelée. Sa tête est courte et large, son museau court et pointu et ses oreilles grandes, larges et bien visibles. Les poils des joues sont longs et la queue touffue possède entre 6 et 7 anneaux bruns ou noirs, délimités par des poils plus clairs, grisâtres ou brunâtres. Le raton laveur mesure entre 40 et 90 cm de long (tête et corps), avec une queue de 20 à 40 cm, pour une hauteur au garrot de 30 à 35 cm et un poids de 5 à 6 kg. Cette espèce peut vivre entre 6 et 16 ans.

Confusions possibles : le Raton laveur peut être confondu avec le Chien viverrin, dont le masque facial ne recouvre pas le museau.

Biologie et écologie

Habitats : Cette espèce apprécie les régions boisées parcourues de cours d'eau assez lents et parsemées de mares et d'étangs.

Écologie : Cet animal nocturne et crépusculaire est solitaire mais il peut former des groupes temporaires. L'unité sociale la plus fréquemment constituée est composée d'une femelle et des petits de l'année. Le Raton laveur peut également passer l'hiver en groupes familiaux dans des gîtes. Il est carnivore avec des tendances omnivores et se nourrit de poissons, d'amphibiens, de reptiles, d'oiseaux, d'œufs et d'insectes, mais aussi de fruits, de graines ou de maïs. En France, il n'a aucun prédateur connu actuellement.

Reproduction : Le Raton laveur atteint sa maturité sexuelle entre 10 et 15 mois. L'accouplement a lieu en février-mars et la

Statut réglementaire du Raton laveur

Cette espèce figure sur la liste des espèces exotiques envahissantes préoccupantes pour l'Union européenne, ainsi que sur la liste des espèces animales ciblées par l'article L.411-5 et 6 du Code de l'environnement. Cette espèce est ainsi interdite d'introduction sur le territoire, de détention, de transport, de colportage, d'utilisation, d'échange, de mise en vente, vente ou achat. Le Raton laveur fait d'autre part partie des espèces de gibier dont la chasse est autorisée (arrêté ministériel du 26 juin 1987).

naissance des petits 63 jours plus tard (mai-août). La portée comprend 3 à 5 petits, qui quittent le terrier au bout de 8 semaines et effectuent leur **dispersion** entre l'automne et le printemps.

Origine et répartition

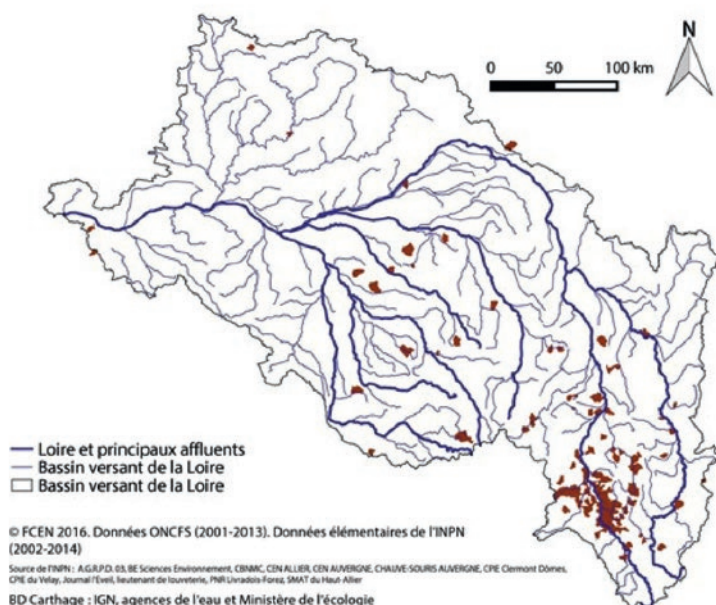
Cette espèce est originaire du Sud du Canada, des États Unis et d'Amérique centrale et a fait l'objet d'introductions involontaires ou de lâchers intentionnels au cours du XX^e siècle, notamment dans l'ex-URSS et en Allemagne pour le commerce de sa fourrure. En France, une enquête récemment menée par l'ONCFS a permis d'identifier trois **populations** en France. Parmi celles-ci, une est présente sur le bassin Loire-Bretagne, située en Auvergne. Les premières observations concernant cette population datent de la fin des années 1970, dans l'Allier et le Puy-de-Dôme. À partir de 2007, ces observations se sont multipliées, avec la confirmation de la reproduction en nature avec une progression de l'espèce dans le Cantal notamment.

Impacts de l'espèce

En Europe, les impacts du Raton laveur sont peu connus, mais ses capacités de **dispersion** et d'adaptation remarquables (régime alimentaire, choix de terrier) permettent de supposer que les **populations** sont en pleine expansion.

Impacts sur la biodiversité

- Compétition éventuelle avec d'autres petits carnivores comme la Martre des pins ou le Putois.
- Prédateur opportuniste chassant dans l'eau, sur la terre ferme ou dans les arbres, il est possible qu'il ait un impact conséquent sur les espèces indigènes (suspicion de consommation d'oiseaux nichant au sol et d'écrevisses).



Carte de répartition connue du Raton laveur sur le bassin de la Loire 2002-2014 (HOLLIDAY *et al.*, 2017).

Impacts sur les activités humaines

Dans son aire d'origine, cette espèce est connue pour causer des dommages agricoles, notamment sur les cultures de maïs, les vergers, champs de céréales et les poulaillers.

Impacts sur la santé humaine

Le Raton laveur est porteur potentiel de la rage et peut présenter une menace pour la santé publique. De plus, les encéphalites causées par l'ascaris du Raton laveur peuvent être létales pour l'Homme.

Éléments de gestion

La gestion d'une espèce exotique envahissante aura d'autant plus de chance d'être un succès si elle est intégrée à une réflexion globale comprenant la réalisation d'un état des lieux initial détaillé et la mise en place d'un suivi post-intervention. Cette réflexion est présentée dans la partie « planifier la gestion » et a pour objectif d'aider les acteurs confrontés aux espèces exotiques envahissantes à concevoir leurs opérations de gestion.

Le piégeage et le tir

Le Raton laveur est une espèce chassable, son contrôle est donc possible par le tir et le piégeage. L'effet de ces mesures de lutte sur son expansion n'est pas mesuré mais ne semble pas enrayer durablement sa progression. Une gestion coordonnée et rapide de petits noyaux d'individus au niveau des fronts de colonisation peut néanmoins freiner la **dispersion** de l'espèce et la création de nouvelles **populations**.

Étude du Raton laveur en Auvergne

Les premières données historiques de Raton laveur en Auvergne datent des années 1979 dans l'Allier. Entre 2007 et 2012, une cinquantaine de données sont recensées et plusieurs cas de reproduction avérée ont été recensés depuis 2007, avec des portées d'au moins 3 petits. Une étude a été initiée en 2016 pour étudier le régime alimentaire de cette espèce par l'analyse des contenus stomacaux.

Lutte chimique

L'utilisation d'appâts empoisonnés est interdite par la réglementation.

Aspects liés à la gestion à proscrire

Il est conseillé d'utiliser des cages pièges équipées d'une trappe permettant de relâcher les espèces non-ciblées (pièges de catégorie 1, non létaux). Les Ratons laveurs piégés doivent être abattus sans souffrance dans la cage, à l'aide d'une arme à feu.

Bibliographie :

- HOLLIDAY J. (Coord.), 2017. *Atlas des espèces exotiques envahissantes du bassin de la Loire – Bilan des connaissances de la répartition 2002-2014*. Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, 95 pages.
- MOUTOU F., 1997. Mammifères aquatiques et semi-aquatiques introduits en France : risques et conséquences. *Bulletin Français pour la Pêche et la Pisciculture* 344/345 : 133-139
- ONCFS, 2017. Le raton laveur. *Collection Éclairages de l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage*, 6 pages.
- PAGES D., 2016. Le Raton laveur, un envahisseur bien discret. *Loire & Terroirs* 96: 36-39.



Site de piégeage du Raton laveur en Auvergne (cage-piège).

Tortue de Floride

(*Trachemys scripta elegans*)

Il existe un grand nombre de tortues aquatiques et semi-aquatiques nord-américaines qui ont fait l'objet d'introductions en France, la plus connue étant la Trachémyde à tempes rouges, que nous avons choisi de détailler dans cet ouvrage. Néanmoins, de nombreuses autres espèces, notamment des genres *Pseudemys*, *Gratemys* et *Chrysemys*, ont été introduites dans la nature et peuvent poser des problèmes écologiques similaires à ceux posés par la Trachémyde à tempes rouges (SARAT *et al.*, 2012).



Tortue de Floride (*Trachemys scripta elegans*).

Éléments de reconnaissance

Cette tortue, mieux connue sous le nom de « Tortue de Floride », présente des taches rouges sur les tempes très caractéristiques, ainsi que des ornements jaunes au cou et à la tête sous forme de lignes. La dossière de sa carapace est de couleur noire chez l'adulte avec des barres jaunes et vert clair chez les juvéniles. Le plastron, quant à lui, est jaune avec des inclusions d'anneaux de couleur vert sombre. Adulte, cette tortue ne dépasse pas les 28 cm de longueur de carapace pour un poids moyen de 3,2 kg. Il existe un dimorphisme sexuel uniquement visible à l'âge adulte : le mâle est généralement de taille inférieure à la femelle, sa queue est plus longue et plus épaisse, et il présente une croissance importante de certaines griffes des pattes antérieures. Sa longévité est estimée à environ 50 ans.

Confusions possibles : la Trachémyde à tempes rouges peut être confondue avec la Cistude d'Europe, espèce protégée et autochtone, qui est également présente dans les milieux d'eau douce.

Statut réglementaire du Raton laveur

Cette espèce figure sur la liste des espèces exotiques envahissantes préoccupantes pour l'Union européenne, ainsi que sur la liste des espèces animales ciblées par l'article L411-5 et 6 du Code de l'environnement. Cette espèce est ainsi interdite d'introduction sur le territoire, de détention, de transport (en dehors du transport vers les sites de destruction), de colportage, d'utilisation, d'échange, de mise en vente, vente ou achat. Cette interdiction s'applique également aux espèces des genres *Trachemys*, *Gratemys*, *Pseudemys* et *Chrysemys*.

La Cistude d'Europe n'a pas de tache rouge dans la région temporaire et les ornements jaunes au cou et à la tête sont en forme de points.

Biologie et écologie

Habitats : cette espèce colonise de nombreux types de milieux aquatiques, principalement en eaux stagnantes (mares, marais, bassins de ville, étangs, lagunes, lacs) et rivières à cours lent. Elle peut également coloniser les milieux **saumâtres** dans certaines lagunes.

Écologie : il s'agit d'une espèce opportuniste, essentiellement omnivore (plantes, mollusques, amphibiens voire cadavres de poissons).

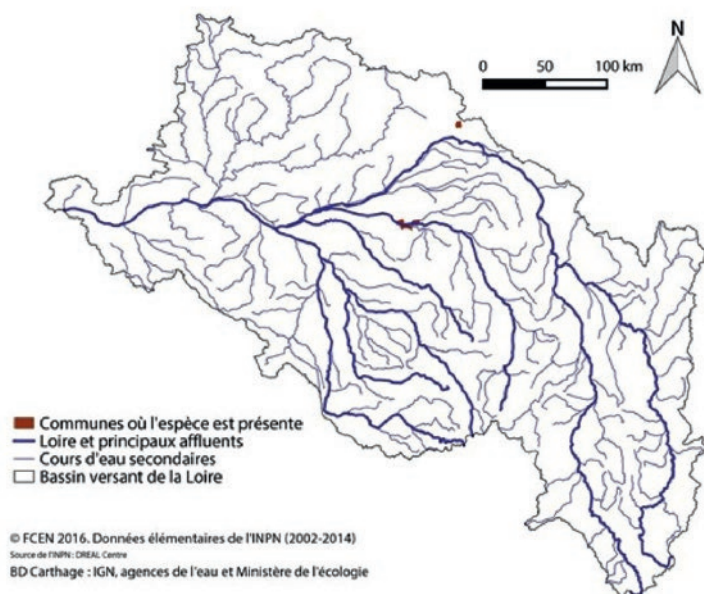
Reproduction : les accouplements de la Trachémyde à tempes rouges peuvent survenir au printemps comme à l'automne. La nidification a lieu de mai à juillet (dans les zones tempérées). Les nids sont généralement creusés sur la berge d'un plan d'eau douce. Une ponte contient en moyenne une dizaine d'œufs, avec une à deux pontes par an. L'incubation des œufs dure entre 70 et 90 jours, en fonction de la température.

Origine et répartition

En France, entre 1985 et 1994, plus de 4 millions de tortues de Floride ont été importées des États-Unis en France comme animal de compagnie. Certaines de ces tortues ont ensuite été relâchées dans le milieu naturel lorsqu'elles sont devenues trop encombrantes et/ou nécessitaient trop d'entretien.

Impacts de l'espèce

La Trachémyde à tempes rouges a de faibles potentialités de reproduction en France, avec une capacité de **dispersion** limitée, mais une longévité importante. Un cas de reproduction en région Centre-Val-de-Loire a cependant été découvert en 2016. Cette espèce ne colonise pas de nouveaux habitats et a tendance à rester près des zones périurbaines où elle a été introduite.



Carte de répartition connue de la Tortue de Floride sur le bassin de la Loire 2002-2014 (HOLLIDAY *et al.*, 2017).

Impacts sur la biodiversité

- Compétition avec la Cistude d'Europe, espèce protégée en France, pour les places d'ensoleillement.
- Impacts sur les communautés végétales et animales suspectés si les tortues sont présentes en grand nombre, en particulier sur les amphibiens et les invertébrés.
- Transmission de pathogènes aux tortues indigènes.

Impacts sur la santé humaine

Espèce porteuse de pathogènes comme *Salmonella enterica*, pouvant se transmettre occasionnellement à l'Homme.

Éléments de gestion

La gestion d'une espèce exotique envahissante aura d'autant plus de chance d'être un succès si elle est intégrée à une réflexion globale comprenant la réalisation d'un état des lieux initial détaillé et la mise en place d'un suivi post-intervention. Cette réflexion est présentée dans la partie « planifier la gestion » et a pour objectif d'aider les acteurs confrontés aux espèces exotiques envahissantes à concevoir leurs opérations de gestion.

Piégeage

Le piégeage des tortues de Floride doit être réalisé par des piégeurs agréés. Une forme de piège reconnue comme efficace est la cage Fesquet, qui est à fabriquer soi-même car elle n'est actuellement pas commercialisée. Il faut laisser la cage en place (partiellement immergée) durant plusieurs nuits, tout en la relevant tous les matins.

Tirs

Cette méthode est utilisée lors d'interventions réalisées ou encadrées par les autorités compétentes (*cf. page 86*). Le tir est envisageable les jours de beau temps, lorsque les tortues sont immobiles au soleil (thermorégulation).

Lutte chimique

L'utilisation d'appâts empoisonnés est interdite par la réglementation, cette méthode étant non sélective.

Aspects liés à la gestion à proscrire

La Cistude est une espèce protégée à fort enjeu de conservation. Il est possible de la trouver sur les mêmes sites que la Tortue de Floride. Il est donc indispensable d'identifier avec précision l'animal dans la mire avant de tirer.

Bibliographie :

- HOLLIDAY J. (Coord.), 2017. *Atlas des espèces exotiques envahissantes du bassin de la Loire – Bilan des connaissances de la répartition 2002-2014*. Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, 95 pages.
- MAURER C., 2015. Une première en région Centre : la reproduction in natura de la Trachémide à tempes rouges, *Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839) – Projet de capture et d'étude d'une population de « Tortues de Floride ». *Chéloniens* 38 :10-15
- UICN France, 2015. *Les espèces exotiques envahissantes sur les sites d'entreprises. Livret 2 : Identifier et gérer les principales espèces*, Paris, France, 96 pages.



Tir de Tortue de Floride (*Trachemys scripta elegans*) à Ouvrouer-les-Champs (45).

Xénope lisse

(*Xenopus laevis*)



Xénope lisse (*Xenopus laevis*). © G. Koch

Éléments de reconnaissance

Le Xénope lisse, appelé également Xénope du Cap ou Xénope commun, présente un corps fuselé et très aplati, avec une peau lisse et glissante et les yeux sur la partie supérieure de la tête. Le dimorphisme sexuel chez cette espèce est prononcé : les femelles adultes mesurent de 11 à 14 cm, tandis que les mâles sont plus petits (environ 6 cm). Les pattes postérieures sont très développées avec une large palmure (trois premiers orteils avec des griffes noires) et les pattes avant courtes sont très caractéristiques du Xénope lisse. Il présente des « coutures » blanchâtres sur les flancs. La coloration des individus varie beaucoup selon le milieu, de jaunâtre à marron avec des taches. Les têtards sont facilement reconnaissables : ils possèdent deux barbillons et se déplacent en groupe, en position inclinée (tête vers le fond).

Biologie et écologie

Habitats : il occupe principalement des milieux aquatiques stagnants (mares permanentes, trous d'eau boueux, étangs fraîchement creusés et empoisonnés) mais aussi ruisseaux, rivières, canaux, etc. Le Xénope lisse peut occuper tous les milieux aquatiques. S'il atteint un cours d'eau, il devrait être capable de diffuser sur tout son linéaire.

Écologie : appartenant à la famille exotique des Pipidés, cette espèce n'a pas de langue et son mode de vie se rapproche des poissons : le Xénope reste en effet presque en permanence sous l'eau. Il peut cependant effectuer des déplacements terrestres de

Statut réglementaire du Xénope lisse

Cette espèce figure sur la liste espèces animales ciblées par l'article L.411-5 du Code de l'environnement. Cette espèce est ainsi interdite d'introduction dans le milieu naturel, qu'elle soit volontaire, par négligence ou par imprudence.

plusieurs centaines de mètres. Il présente une forte résistance aux températures basses aussi bien qu'élevées, ainsi qu'à l'assèchement des milieux. Il consomme essentiellement des invertébrés, mais est aussi capable de prédation directe sur les poissons et les amphibiens. La durée de vie du Xénope lisse est estimée à plus de 15 ans. Dans son aire d'introduction, il peut être consommé par des hérons.

Reproduction : le Xénope lisse peut se reproduire toute l'année. Les femelles peuvent pondre deux à trois fois par an, chaque ponte comptant jusqu'à 2 000 œufs. La maturité sexuelle peut être atteinte vers six mois. Cette espèce possède une bonne capacité de reproduction, mais sa capacité de **dispersion** est limitée (0,6 km/an en milieu bocager et 2 km/an sur le réseau hydrographique). Elle est capable d'utiliser des sites de reproduction et d'alimentation différents distants de 200 mètres.

Origine et répartition

Cette espèce, originaire d'Afrique australe, a été introduite en France dans les années 1950, pour la recherche biologique (tests de grossesse, biologie du développement, etc.). Un ancien centre d'élevage d'animaux destinés aux laboratoires, situé à Bouillé-Saint-Paul, dans l'Argentonnois (Deux-Sèvres), serait à l'origine de son introduction en milieu naturel dans les années 1980. Depuis, l'espèce se propage le long du Thouet, de l'Argenton, du Layon et de la Loire entre Saumur et Nantes.

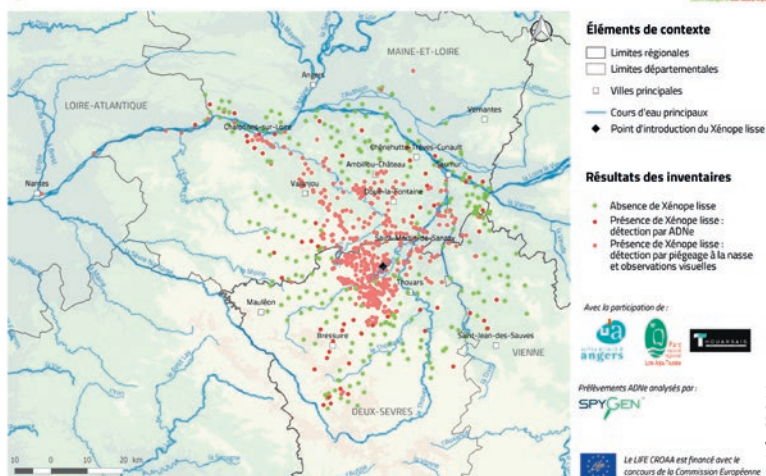
Impacts de l'espèce

Impacts sur la biodiversité

- Compétition avec les amphibiens locaux au stade larvaire et adulte et appauvrissement de la biodiversité dans les mares colonisées (LILLO *et al.*, 2011 ; GROSSELET *et al.*, 2006).
- Vecteurs de pathogènes : porteur sain de la chytridiomycose et possiblement de ranavirus, responsables de mortalité de masse chez les amphibiens (Life CROAA, 2018).
- Modification des réseaux trophiques (prédation sur les invertébrés, les amphibiens et les poissons).

Répartition du Xénope lisse (*Xenopus laevis*)

Données historiques et résultats de l'inventaire effectué en 2017-2018 dans le cadre du LIFE CROAA



Le Xénope lisse est présent dans 3 départements sur le bassin Loire-Bretagne. L'utilisation de l'ADNe a permis de le détecter au nord de la Loire.

Bibliographie :

- HOLLIDAY J. (Coord.), 2017. *Atlas des espèces exotiques envahissantes du bassin de la Loire – Bilan des connaissances de la répartition 2002-2014*. Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, 95 pages.
- Communauté de Communes du thouarsais, 2015. Le Xénope lisse : un amphibien invasif... une menace pour la biodiversité.
- GROSSELET O., THIRION J.M., GRILLET P. & FOUQUET A., 2006. Le xénope lisse, une nouvelle espèce invasive en France. *Le Courrier de la nature* n°25 : 22-27.
- LILLO F., FARAONE F.P. & LO VALVO M., 2011. Can the introduction of *Xenopus laevis* affect native amphibian populations ? Reduction of reproductive occurrence in presence of the invasive species. *Biological Invasions* 13 : 1533-1541.
- LIFE CROAA, 2018. Le Xénope lisse (*Xenopus laevis*). Life Control stRategies Of Alien invasive Amphibians 2016-2022.
- THIRION J.M., GRILLET P., DORE F., BITON G., KOCH G. & COTREL N., 2009. Étude et propositions de modes de lutte contre le Xénope lisse *Xenopus laevis*. Conseil général des Deux-Sèvres, 59 pages.

Éléments de gestion

La gestion d'une espèce exotique envahissante aura d'autant plus de chance d'être un succès si elle est intégrée à une réflexion globale comprenant la réalisation d'un état des lieux initial détaillé et la mise en place d'un suivi post-intervention. Cette réflexion est présentée dans la partie « planifier la gestion » et a pour objectif d'aider les acteurs confrontés aux espèces exotiques envahissantes à concevoir leurs opérations de gestion.

La gestion du Xénope lisse repose actuellement principalement sur le piégeage. Des approches complémentaires sont en cours d'évaluation dans le cadre du Life CROAA. Des opérations de confinement dans les sites très colonisés, ou à proximité de ceux-ci pour éviter l'arrivée de l'espèce, peuvent être mises en œuvre.

Piégeage

Le Xénope peut être piégé sur les plans d'eau avec des nasses appâtées. Pour ce faire, il est nécessaire d'y être autorisé par la



Piégeage de Xénope lisse à Chalonnnes-sur-Loire (49), lors d'une journée technique.

DDT. Cette méthode est relativement efficace (THIRION *et al.*, 2009) et permet de retirer la quasi-totalité voire l'ensemble des individus présents dans une mare en quelques jours (THIRION *et al.*, 2009). Elle permet également de relâcher les espèces non ciblés et d'euthanasier les xénopes capturés par congélation. Les nasses sont à relever quotidiennement.

Lutte chimique

L'utilisation d'appâts empoisonnés est interdite par la réglementation, cette méthode n'étant pas sélective.

Le Life CROAA



Le Life CROAA (Control stRategies Of Alien invasive Amphibians) est un projet européen sur les amphibiens dont l'objectif principal

est de contribuer à l'amélioration de l'état de conservation des espèces autochtones en luttant contre les espèces exotiques envahissantes. Ce programme, d'une durée de 6 ans (2016-2022) doit permettre d'identifier une stratégie de lutte cohérente concernant le Xénope lisse afin de contenir l'espèce, limiter sa **dispersion** et réduire son impact lorsque cela est possible (LIFE CROAA, 2018). Sur le terrain, le Life se traduit par un ensemble d'actions telles que l'étude de l'espèce par des scientifiques pour construire une **stratégie de gestion** pertinente, réaliser des captures par nasse, la mise au point de nouvelles méthodes de capture (notamment pour les têtards) et le suivi écologique des points d'eau pour évaluer l'efficacité des mesures mises en œuvre (LIFE CROAA, 2018).

Nettoyer son matériel

Les usagers des milieux aquatiques sont nombreux, qu'ils soient des professionnels ou non. Outre le risque de transporter des **propagules** d'espèces exotiques envahissantes d'un secteur à un autre, le matériel qui aura été en contact avec l'eau peut également favoriser la **dispersion** de maladies délétères pour les espèces indigènes.

Enjeux

Les milieux aquatiques sont susceptibles de contenir un grand nombre de **propagules** d'espèces exotiques envahissantes, telles que :

- des boutures de plantes aquatiques ou **amphibies**, peuvent se fragmenter facilement. Les boutures ainsi formées, même les plus petites, sont susceptibles de fonder de nouvelles **populations** en cas d'installation dans un **biotope** favorable à leur implantation. Dans le cas de la Crassule de Helms, sa capacité à produire des racines à chaque entrenœud et son caractère cassant lui permettent de produire un individu à partir du moindre fragment de tige (LEVY *et al.*, 2015) ;
- des larves de mollusques (Moule zébrée par exemple) ou d'écrevisses, très discrètes, qui peuvent être déplacées avec l'eau ou des poissons.

La biosécurité

Dans la thématique des **invasions biologiques**, la **biosécurité** correspond à un ensemble de mesures visant à éviter l'introduction de nouvelles espèces exotiques, afin de protéger l'environnement, la biodiversité et les populations locales. Ces mesures concernent le contrôle aux frontières et la surveillance des voies d'introduction (cf. chapitre page 12), mais également le nettoyage du matériel utilisé sur le terrain et des engins de chantiers (cf. fiche technique page 142).

Sans en avoir conscience, les usagers des milieux aquatiques (pêcheurs, promeneurs, canoéistes, etc. – ANDERSON *et al.*, 2014), mais également les agents intervenant sur le terrain (inventaires, gestion des milieux, etc.), peuvent se transformer en vecteurs de transports de pathogènes et d'espèces invasives. Les connaissances disponibles sur ce volet sont insuffisantes (SARAT *et al.*, 2015 a), mais des éléments sont ici proposés pour aider les usagers des zones humides à prendre en compte les enjeux de **biosécurité**. Les **propagules** sont en effet généralement

Les maladies transmissibles à la faune indigène

Les principales maladies transmissibles par les espèces exotiques envahissantes aux espèces indigènes sont :

- le champignon chytride (*Batrachochytrium dendrobatidis*), agent de la chytridiomycose, a contribué au déclin des **populations** d'amphibien d'Europe (BERGER *et al.*, 1998). La Grenouille taureau a été identifiée comme étant un réservoir du champignon chytride (DEJEAN *et al.*, 2010) ;
- le champignon *Aphanomyces astaci*, agent de l'**Aphanomycose**, la peste des écrevisses. Les écrevisses américaines sont porteuses saines de ce pathogène, auquel les écrevisses indigènes sont sensibles et qui est susceptible d'engendrer la mortalité de l'ensemble d'une **population**.

Les durées connues de survie de ces organismes en dehors de leur hôte vont de quelques jours à plus d'un mois et demi.

Le Contrat Territorial du Bassin Versant de la Besbre Amont a pour objet la reconquête de la qualité de la ressource en eau et des milieux aquatiques. Il possède un volet ayant pour objectif de « préserver les écrevisses à pieds blancs », la situation de cette espèce patrimoniale apparaissant comme préoccupante sur ce territoire. En tant que maître d'ouvrage de ce volet du Contrat Territorial, la Fédération Départementale pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique de l'Allier (FDPPMA 03) a établi un plan de gestion sur 5 ans pour la protection de l'Écrevisse à pieds blancs et de ses habitats, ainsi que la lutte contre les écrevisses invasives sur le territoire du Contrat. La FDPPMA 03 réalise donc des suivis réguliers des écrevisses à pieds blancs (présence et densité) ainsi qu'un suivi des habitats (analyse de la qualité de l'eau et de l'habitat). Une attention particulière est portée au nettoyage du matériel utilisé lors de ces actions afin d'éviter la propagation de l'**Aphanomycose**.



Nettoyage du matériel avant une prospection nocturne de l'Écrevisse à pieds blancs.

véhiculées par la poussière, la terre ou l'eau qui a été au contact de l'équipement. Il est donc nécessaire de nettoyer le matériel afin de ne pas propager des espèces exotiques envahissantes sur d'autres sites.

Difficultés

Le nettoyage du matériel nécessite du temps et un protocole spécifique, dont peu ont été formalisés en France. De plus, les enjeux liés à la transmission de maladies à la faune indigène impliquent un nettoyage en profondeur du matériel, et non un simple rinçage.

Prévention

Il existe actuellement peu de recommandations concernant la biosécurité en France. Si ces enjeux sont reconnus, il y a encore peu de protocoles qui ont été élaborés afin d'éviter la propagation d'espèces exotiques envahissantes par les usagers des milieux aquatiques. L'Angleterre et l'Irlande ont développé des outils de communication afin de sensibiliser les pêcheurs et les canoëistes à ces enjeux. Le protocole proposé repose sur 3 verbes : « *Check, clean and dry* » (Vérifiez, nettoyez, séchez).

L'équipement de nettoyage

Vérifier son matériel

Avant de quitter le site, cherchez sur votre équipement et vos

vêtements des fragments de plantes ou des animaux. Si vous en trouvez, laissez-les sur le site où vous étiez.

Nettoyer son matériel

La campagne nationale de sensibilisation du Royaume-Uni (CAISIE, 2011) conseille dans un premier temps d'inspecter visuellement l'ensemble de l'équipement qui a été utilisé dans l'eau ou exposé à celle-ci et d'en retirer toute plante ou animal. Ensuite, le matériel (cannes, bourriche, seaux, etc.), les chaussures, les vêtements et tout ce qui aura été en contact avec l'eau (barques, canoë, etc.) doit être nettoyé, en utilisant une solution de Virkon® aquatique (CAISIE, 2011), produit spécialement développé pour la désinfection du matériel en aquaculture (SARAT *et al.*, 2015a), ou de l'eau chaude lorsque cela est possible (45 °C pendant 15 min.) (ANDERSON *et al.*, 2015). Dans l'idéal, ce nettoyage sera réalisé sur le site afin d'éviter toute propagation.

Ces recommandations sont confirmées par une étude menée par BARBOUR *et al.* (2013) sur le test de l'efficacité de plusieurs produits désinfectant appliqués à la Palourde asiatique (*Corbicula fluminae*) a montré que le mode de traitement du matériel le plus efficace était le Virkon® aquatique.

Sécher

Il est fortement recommandé de faire sécher le matériel après l'avoir lavé, certaines **propagules** pouvant survivre pendant plusieurs jours dans des conditions humides.

Quelques recommandations de nettoyage du matériel (d'après CAISIE, 2011)

Équipement de protection

- Vêtements : les nettoyer, laver ou désinfecter avec une solution appropriée (par exemple une dilution à 1 % de Virkon® aquatique ou autre produit désinfectant adapté).
- Chaussures : les tremper dans une solution désinfectante (cf. ci-dessus) et les sécher soigneusement ensuite.

Matériel

- Épuisettes, filets, bourriches : les immerger dans une solution désinfectante (cf. ci-dessus) pendant une quinzaine de minutes, puis les rincer à l'eau claire et les faire sécher.
- Matériel de pêche : le moulinet, les leurres et flotteurs sont à immerger dans une solution désinfectante (cf. ci-dessus) pendant une dizaine de minutes, puis à rincer à l'eau claire et à faire sécher.

Bateaux, moteurs de hors-bord, remorques

- Inspecter visuellement le bateau lorsqu'il a été mis hors eau, et retirer toute plante ou animal de la coque.
- Nettoyer l'ancre, les cordes et tout autre équipement du bateau, les désinfecter et les sécher.
- Lorsque cela est possible, nettoyer le bateau avec de l'eau chaude (60 °C) ou à défaut, laver le bateau avant de quitter le site et ne pas le remettre à l'eau avant une période de 5 jours.

Il est recommandé **de porter des gants** lors de l'utilisation de désinfectant.



Nettoyer les engins de chantier

De nombreuses **actions de gestion** des milieux naturels ou artificiels impliquent l'utilisation de véhicules et d'équipements mobiles. Sans en avoir conscience, les agents réalisant ces interventions peuvent devenir des vecteurs d'espèces invasives et de pathogènes, qui peuvent ainsi être déplacés sur de longues distances, favorisant la **dispersion** et l'implantation des espèces exotiques envahissantes dans de nouveaux secteurs. Les connaissances disponibles sur ce volet sont insuffisantes (SARAT *et al.*, 2015 a), mais cette fiche technique propose des éléments pour aider les gestionnaires à prendre en compte les enjeux de **biosécurité**. Les **propagules** sont en effet généralement véhiculées par la poussière, la terre ou l'eau qui ont été au contact des engins utilisés dans le cadre des travaux. Il est donc nécessaire de nettoyer ce matériel afin de ne pas propager des espèces exotiques envahissantes sur d'autres sites.

Les éléments présentés dans cette fiche sont issus de travaux réalisés en Irlande et en Amérique, où plusieurs guides concernant le nettoyage des engins ont été réalisés (DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES, 2018 ; KELLY & MAGUIRE, 2008 ; SERAS, 2012 ; CAISIE, 2011).

► Enjeux

Les **propagules** ou les spores sont en général véhiculées par la poussière, la terre voire l'eau présente sur les véhicules et l'équipement. Il est donc nécessaire de nettoyer les engins afin de ne pas propager des espèces exotiques envahissantes sur d'autres sites. Les spores ou les graines peuvent être contenues dans la végétation, la poussière et la terre qui peuvent se trouver sous les engins, dans les roues, les passages de roue, l'arbre de transmission et les garde-boues. Le nettoyage se concentrera donc sur ces parties, ainsi que sur les outils de coupe (lames, scies, etc.).



De nombreux engins peuvent être utilisés lors d'une intervention de gestion, comme sur le chantier de gestion de la Crassule de Helms à Gétigné (44), qu'il est alors nécessaire de nettoyer afin d'éviter d'introduire cette espèce dans un autre site.

► La biosécurité

Dans la thématique des **invasions biologiques**, la **biosécurité** correspond à un ensemble de mesures visant à éviter l'introduction de nouvelles espèces exotiques, afin de protéger l'environnement, la biodiversité et les populations locales. Ces mesures concernent le contrôle aux frontières et la surveillance des voies d'introduction (cf. chapitre page 12), mais également le nettoyage du matériel utilisé sur le terrain (cf. fiche technique page 140) et des engins de chantiers.

Difficultés

Le nettoyage des engins nécessite du temps, de l'investissement, de l'eau claire sans pathogène, de l'énergie et dans de nombreux cas des conteneurs et un dispositif de récupération des eaux usées. Or souvent, ce nettoyage n'est pas prévu dès la planification de l'**action de gestion**. Cet aspect nécessite cependant des fonds afin que le lavage soit réalisé en prenant en compte les risques liés aux milieux, déjà fragilisés par l'**action de gestion**, et à la **dispersion** des espèces exotiques envahissantes.

Prévention

Il est conseillé d'informer toutes les personnes impliquées sur le chantier sur le risque de propagation des espèces exotiques qui y sont présentes, de leur apprendre à les identifier comme les enjeux qui leurs sont associés.

Chaque chantier connaît le déploiement d'engins mécaniques, de véhicules et des dispositifs de stockage temporaire. Bien que dédiés à une fonction de nettoyage, tous ces éléments présentent dans leur fonctionnement un risque potentiel de contamination locale et de **dissémination** (mouvement des pelles, foulage et roulage, etc.). Il est donc important que tous les acteurs impliqués sur le chantier soient vigilants sur ces questions et qu'une personne au moins soit désignée pour suivre d'éventuelles contaminations, au fur et à mesure des travaux, sur des secteurs situés à proximité de l'emprise du chantier.

D'une manière générale, le transport de terre doit toujours être considéré comme une source d'introduction d'espèces exotiques, comme c'est malheureusement fréquemment le cas avec les renouées asiatiques (cf. chapitre page 94).

► L'équipement de nettoyage

Nettoyage sur site

Si les machines utilisées ont de la terre ou des végétaux sur elles après l'intervention, il convient de retirer le plus gros de ceux-ci à l'aide d'un outil manuel (bâton, balai, souffleur à feuille, etc.). Les pratiques à favoriser afin d'éviter la **dispersion** d'espèces



L'ensemble du matériel utilisé lors de l'action de gestion devra être vérifié et nettoyé (bateaux, seaux, râtaux, etc.) afin que des boutures ne soient pas emportées et dispersées de manière involontaire.

exotiques envahissantes du site d'intervention vers d'autres secteurs sont :

- installer des panneaux pour informer les personnes intervenant sur le site de la présence d'espèce(s) exotique(s) envahissante(s) ;
- signaler clairement les sols susceptibles de contenir des **propagules** ;
- veiller à ce que le personnel nettoie son matériel avant de quitter le site d'intervention (cf. fiche technique page 140) ;
- éviter l'utilisation d'engins à chenilles ou veiller à bien nettoyer ces parties avant que l'engin ne quitte le site ;
- tous les véhicules quittant la zone de chantier et/ou transportant de la terre avec des **propagules** doivent être consciencieusement nettoyés à haute pression dans une aire adaptée avant d'être utilisés à nouveau ;
- l'eau issue du lavage des engins ainsi que la matière retirée des véhicules doivent être collectées et stockées pour éviter toute nouvelle colonisation de la zone traitée ou toute pollution (eau contenant des hydrocarbures par exemple).

Nettoyage hors du site

Pour un nettoyage plus approfondi, il est également possible de déplacer l'engin jusqu'à un autre site plus adapté. Avant de déplacer le véhicule, il faudra retirer un maximum de terre afin de limiter le risque de **dispersion** de **propagules** lors du trajet.

Le nettoyage à haute pression

Le lavage à haute pression pouvant endommager certaines pièces de l'engin, il faut se référer aux consignes de nettoyage du fabricant. Si l'eau est nécessaire au nettoyage, un tuyau d'arrosage peut parfois être aussi efficace qu'un nettoyeur haute pression.

S'il n'est pas possible de nettoyer la machine sur le site, il est conseillé de l'emmener dans une station de lavage automobile.

Dans l'idéal, les engins à nettoyer sont transportés et ne se déplacent pas sur le réseau routier, afin de limiter les risques de **dissémination**.

Le choix du prestataire

Si le nettoyage des engins est confié à un prestataire, il est nécessaire de vérifier que celui-ci soit bien équipé pour nettoyer le dessous de caisse des véhicules. Avant de sélectionner la structure, vérifiez que celle-ci dispose de l'expérience et de l'équipement requis pour retirer les rémanents des machines, même dans les endroits les moins accessibles.

Il est fortement recommandé que tout chantier mécanique d'enlèvement soit doté d'équipements appropriés pour le nettoyage des instruments sur le site, comme un générateur électrique, une pompe à eau ou un nettoyeur haute pression portable (coût d'équipement à partir de 2 200 €). Le transport ne doit pas présenter en lui-même de risques de **dissémination** de fragments. Pour cela, il convient que le maître d'œuvre s'assure des conditions pratiques empêchant la fuite de fragments depuis les contenants (containers, sachets, etc.). Les véhicules, quant à eux, doivent être fermés ou bâchés (remorques, bennes, etc.).

Quelques recommandations

- Si les machines interviennent sur plusieurs sites, commencer par les sites les moins envahis par les espèces exotiques envahissantes pour terminer par celui le plus colonisé, voire dédier une machine au(x) secteur(s) colonisé(s) lorsque cela est possible ;
- utiliser des machines propres afin de limiter le risque d'introduction de nouvelle espèce exotique ;
- choisir un équipement simple à nettoyer, sans aspérité ou zones difficiles d'accès susceptibles de contenir des **propagules** : préférez les surfaces lisses n'accrochant pas la matière végétale ou la terre.



Si nécessaire, les engins peuvent être nettoyés hors du site d'intervention. Les bateaux doivent être nettoyés hors eau.

Fiche de signalement de station d'espèces exotiques envahissantes

Face à la nécessité de mutualiser les données concernant la répartition des espèces exotiques envahissantes, les coordinations territoriales ont développé des outils techniques permettant de remonter ces informations.

► La fiche de relevé de terrain réalisée par le groupe de travail de bassin

La fiche de relevé de terrain, développée par le groupe de travail « espèces exotiques envahissantes du bassin Loire-Bretagne » en 2009, a été conçue pour être utilisée voire adaptée par les autres coordinations territoriales du bassin (comme le Limousin par exemple). Elle se veut la plus complète possible et permet de rassembler les premiers éléments nécessaires à l'établissement d'un état des lieux (*cf. chapitre page 54*), tels que : le nom de l'espèce, la description du site colonisé et les enjeux présents sur le secteur.

données collectées au niveau local vers le niveau régional. Suite à l'évolution du système Android, l'application S.M.A.R.T. n'est plus fonctionnelle, mais un formulaire de saisie utilisable sur tablette et smartphone a été développé par le Forum des marais atlantiques.

Ce formulaire a été conçu à partir des champs présentés dans la fiche de signalement des herbiers réalisée par l'ORENVA, qui est accompagnée d'une notice d'utilisation explicitant les différents champs à renseigner.

FICHE RELEVÉ DE TERRAIN PRÉSENCE/ABSENCE DE LA VÉGÉTATION EXOTIQUE ENVAHISSANTE DES COURS D'EAU ET ZONES HUMIDES			
Organisme :		Nom Observateur :	
Date :/...../.....			
ESPÈCE ENVAHISSANTE			
Nom de l'espèce			
Else-rous : ☐ soit ☐ moyennement soit ☐ peu soit ☐ de votre identification			
DONNÉES GÉNÉRALES DU SITE			
Commune(s) :		Département :	
Nom du Bassin Versant, Cours d'eau ou Zone de marais :			
Nom du site (voir ci) :			
Localisation : Carte IGN au 1/25000°		N° de la carte :	
Longueur (linéaire prospecté) :		Largeur :	
TYPE D'ENVASISSEMENT			
Cours d'eau : ☐ Espace en eau temporaire ou permanent : ☐			
☐ Fleuve ☐ Plan d'eau connecté à la rivière ☐ Réseau de marais			
☐ Ruisseau ☐ Plan d'eau isolé de façon permanente ☐ Tourbière			
☐ Lit de cours d'eau ☐ Espace en eau temporaire ☐ Fossé			
☐ Berge de cours d'eau ☐ Prairie humide ☐ Canal			
Autres : ☐			
DESCRIPTION DE LA COLONISATION			
Présence : ☐ Oui ☐ Non			
Surface occupée sur le site : ☐			
Surface riclée en m ² : ☐ 0-10 m ² ☐ 10-100 m ² ☐ 101-1000 m ² ☐ 1001-10000 m ² ☐ > 1 ha			
ou estimation : ☐ 0-10 m ² ☐ 10-100 m ² ☐ 101-1000 m ² ☐ 1001-10000 m ² ☐ > 1 ha			
Ou nombre d'herbiers : ☐ s'il y a peu de prairie :			
Recouvrement du site en pourcentage (en termes de surface) :			
TYPE DE COLONISATION			
Type 1 Type 2 Type 3 Type 4			
Cours d'eau	Berge rive Droite		
Ou	Berge rive Gauche		
Fossé	Lit		
Plan d'eau			
Autres milieux (plantes terrestres)			
INTEPATRIMONIAL			
Recouvrement moyen total du site par la végétation autochtone* : ☐ 0-10% ☐ moyen (15-50%) ☐ faible (15-25%)			
Nom des principales plantes autochtones représentées :			
Présence de plantes protégées :			
Communauté(s) végétale(s) :			
AUTRES OBSERVATIONS			
Faites à joindre la représentation cartographique comme mentionné dans la notice			
Veuillez adresser les fiches complétées à votre correspondant régional. Pour plus de renseignements, visitez le site internet : http://www.centredesterritoires.com rubrique plantes envahissantes			

► L'application SMART de l'ORENVA

L'ORENVA a développé en 2015 une application pour smart-phone S.M.A.R.T. (Opensource – Android) pour les relevés de terrain, accompagnée d'un tutoriel d'aide à la prise en main. Cette application avait pour objectif d'améliorer la remontée des



ORENVA

Observatoire des Rivières Envahissantes Aquatiques



Id (Référentiel)

Date(s)

Observateur

Structure

ETAT DES LIEUX

Plante	Position des herbiers	Nb d'herbiers	Etat des lieux				
			Etendue		Typologie de colonisation des herbiers		
			ml	m*	I	II	III

Fiche de relevés sur les plantes exotiques envahissantes aquatiques – personne contact par bassin

► Autres fiches de terrain

D'autres documents de signalement de stations de plantes exotiques envahissantes ont été réalisés au niveau local afin de favoriser les remontées de données. Les opérateurs de terrain sont ainsi appelés à se rapprocher de leur coordination territoriale (*cf. contacts page 152*) afin de connaître les outils utilisés sur leur secteur.

[illegible]





Annexes

Glossaire et sigles

Bibliographie

Contacts



GLOSSAIRE ET SIGLES

Les mots apparaissant en couleurs dans le texte de l'ouvrage sont définis ci-après.

Action de gestion : intervention réalisée sur une espèce ou un milieu donné(e), ayant des objectifs spécifiés en amont (régulation, restauration, etc.).

Amphibie : espèce végétale ou animale apte à la fois à la vie en milieux terrestres et aquatiques.

Analyse systémique : analyse faite selon les principes interdisciplinaires de l'étude d'objets complexes, tels que les êtres vivants, par leurs échanges. Elle s'appuie sur une approche globale des problèmes ou des systèmes considérés et se concentre sur l'analyse des interactions entre leurs éléments.

Aphanomycose : peste de l'écrevisse causée par le champignon *Aphanomyces astaci* (Schikora, 1906) qui a été introduit avec les écrevisses d'origine américaine. Cette maladie est responsable de la disparition de nombreuses populations d'écrevisses européennes depuis 1890.

Archéophytes : espèce dont la dynamique de population s'est largement adaptée aux conditions locales et ne diffère plus de celle des autochtones, elle n'est donc pas considérée comme invasive.

Biosécurité : ensemble de mesures qui permettent de protéger l'environnement, la biodiversité et les populations locales en évitant l'introduction d'espèces exotiques (pathogènes inclus).

Biotope : milieu biologique homogène propre au développement d'une ou plusieurs espèces.

Crise dystrophique : réaction violente d'un écosystème, provoquée par une anoxie prolongée en présence de fortes biomasses putréfiées et induisant la stérilisation du milieu par la production de sulfures très toxiques pour la vie aquatique.

Dispersion : extension de l'aire occupée par une espèce.

Dissémination : processus par lequel les fruits et les graines d'un végétal sont répandus dans le milieu de vie d'une espèce.

Drageon : plant issu de la multiplication de la plante-mère à partir du développement d'un rejet naissant sur la racine.

Drageonnement : production de drageons.

Écologie du paysage : branche interdisciplinaire des sciences étudiant la variation spatiale dans les paysages à différentes

échelles, incluant les causes biophysiques et sociales et les conséquences de l'hétérogénéité écopaysagère.

Espace de mobilité : espace du lit majeur à l'intérieur duquel le ou les chenaux fluviaux assurent des translations latérales pour permettre une mobilisation des sédiments ainsi que le fonctionnement optimum des écosystèmes aquatiques et terrestres.

Espèce exotique envahissante : espèce exotique dont l'introduction ou la propagation s'est révélée constituer une menace pour la biodiversité et les services écosystémiques associés, ou avoir des effets néfastes sur la biodiversité et lesdits services.

Eutrophe : état d'un milieu dans lequel il existe une concentration élevée en éléments nutritifs (cf. *mésotrophe*).

Eutrophisation : processus par lequel des nutriments s'accumulent dans un milieu ou un habitat (terrestre ou aquatique). L'eutrophisation des milieux aquatiques est un déséquilibre du milieu provoqué par l'augmentation de la concentration d'azote et de phosphore dans le milieu. Elle est caractérisée par une croissance excessive des végétaux aquatiques due à la forte disponibilité des nutriments.

Grève : espace d'échouage en bord de mer ou d'un cours d'eau, composé de sable et de gravier ou de galets.

Herbacée : plante non ligneuse dont la tige a la consistance molle d'une herbe et non d'un arbre (cf. *ligneux*).

Invasions biologiques : phénomène connu depuis de nombreuses années et défini d'après WILLIAMSON (1996) comme l'agrandissement durable de l'aire de répartition d'une espèce.

Itinéraire de gestion : ensemble des étapes permettant de planifier, réaliser et évaluer une action de gestion intégrant les différents enjeux présents sur un site considéré.

Ligneux : plante non herbacée dont la tige a la consistance dure d'un arbre et non d'une herbe, grâce à la lignine qu'elle contient (cf. herbacée).

Lixiviat : effluent provenant du lessivage de matériaux naturels ou artificiels contenus dans les sols ou dans les décharges.

Mésotrophe : état d'un milieu dans lequel il existe une concentration moyenne en éléments nutritifs (cf. *eutrophe*).

Période de latence : désigne le délai qui s'écoule entre l'introduction et l'expansion ou l'invasion d'une espèce exotique.

Pionnier(ère) : espèce capable de s'installer sur un sol dénudé, voire sur la roche-mère, au début d'une succession écologique.

Population : ensemble des individus d'une même espèce dans un territoire donné.

Propagule (diaspore) : partie de plante ou d'animal pouvant être dispersée et donner naissance à un individu (graines, boutures, œufs, etc.).

Résilience (écosystème) : capacité d'un écosystème, d'un habitat, d'une population ou d'une espèce à subir une perturbation puis à conserver ou retrouver les caractéristiques initiales de structure et de fonctions.

Retour d'expérience : processus de réflexion mis en œuvre pour tirer les enseignements positifs et négatifs de projets en cours ou terminés, permettant l'enrichissement des connaissances pour un individu ou un groupe. C'est une des étapes incontournables de la démarche expérimentale, qui s'appuie sur un protocole scientifique.

Rhizome : tige souterraine émettant des racines fibreuses et des tiges aériennes.

Ripisylve : formation végétale arborée qui borde un cours d'eau naturel (rivière, ruisseau...) ou artificiel (canal).

Saumâtre : état d'un milieu aquatique, issu d'un mélange entre eau douce et salée, ayant une teneur en sel sensiblement inférieure à celle de l'eau de mer.

Site témoin : secteur non concerné par une action de gestion. La comparaison des suivis réalisés sur les sites gérés et témoins permettra d'analyser les effets de l'intervention mise en œuvre sur le site géré.

Stipule : organe végétal (le plus souvent pair), foliacé ou épineux, situé de part et d'autre de l'insertion de la feuille sur le rameau.

Stolon : rejet rampant naissant à la base d'une tige et servant à la multiplication de la plante.

Stratégie de gestion : ensemble des méthodes et solutions employées pour répondre à un objectif de gestion, afin par exemple de limiter la propagation d'une espèce exotique envahissante et/ou diminuer ses impacts.

Théorie des perturbations intermédiaires : hypothèse écologique décrivant les effets des degrés de perturbations sur la diversité des espèces. Elle propose qu'un niveau intermédiaire de perturbation (intensité ou fréquence intermédiaire) donne la plus grande diversité d'espèces locales, parce qu'un équilibre est atteint entre l'exclusion compétitive et la mortalité élevée.

Vivace : plante dont les individus peuvent vivre plusieurs années.

► Sigles

AFB : Agence française pour la biodiversité

ARS : Agence régionale de santé

CDPNE : Comité départemental pour la protection de la nature et de l'environnement

CPIE : Centre permanent d'initiatives pour l'environnement

CBN : Conservatoire botanique national

CEN : Conservatoire d'espaces naturels

DRAFF : Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt

DREAL : Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement

EPTB : Établissement public territorial de bassin

FCEN : Fédération des Conservatoires d'espaces naturels

FDGDON : Fédération départementale des groupements de défense contre les organismes nuisibles

FEDER : Fonds européen de développement régional

FREDON : Fédération régionale de défense contre les organismes nuisibles

IBMA : Invasions biologiques en milieux aquatiques

IIBSN : Institution interdépartementale du bassin de la Sèvre niortaise

LEHNA : Laboratoire d'écologie des hydrosystèmes naturels et anthropisés

MNHN : Muséum national d'histoire naturelle

ONCFS : Office national de la chasse et de la faune sauvage

ORENVA : Observatoire régional des plantes exotiques envahissantes aquatiques en Poitou-Charentes

PNR : Parc naturel régional

SIBL : Syndicat intercommunal du bassin du Loiret

SMVT : Syndicat mixte de la Vallée du Thouet

UICN : Union internationale pour la conservation de la nature

BIBLIOGRAPHIE

- AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, 2015. Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux 2016-2021 - Bassin Loire-Bretagne. SDAGE adopté par le comité de bassin le 4 novembre 2015. 250 pages + annexes.
- ALLAN J. R., KIRBY J. S. & FEARE C. J., 1995. The biology of Canada geese *Branta Canadensis* in relation to the management of feral populations. *Wildlife Biology*, 1(3):129-143.
- BOUIN C. & HUREL P., 2018. Guide de la faune exotique envahissante du bassin de la Loire, Office national de la chasse et de la faune sauvage, 68 pages.
- BOLLARD M., 2015. Espèces envahissantes : quel coût-bénéfice ? *Environnement Magazine*, 1743 : 28–29.
- BOTTNER B. & NOEL C., 2014. Repérer les macrophytes depuis le ciel ou sous les eaux, quel appui pour les gestionnaires ? *Sciences Eaux & Territoires* 15 : 10-15.
- BOUCHARDY C., LEMARCHAND C., BOULADE Y., GOUILLOUX N., ROSOUX R. & BERNY P., 2011. Natural Recolonization of the Eurasian Otter (*Lutra lutra*) in Massif Central (France). *Proceedings of XIth International Otter Colloquium*, IUCN Otter Spec. Group Bull. 28B: 26 – 29.
- BRANCOTTE V., 2004. La corbicule, un coquillage à l'assaut de la Loire. *Loire & Terroirs* 51 :18-19.
- BREGEA R., 2018. Étude des coûts et de l'efficacité de la gestion des espèces exotiques envahissantes sur le bassin Loire-Bretagne. Rapport de stage. 68 pages + annexes
- CARRIERE S. M., RANDRIANASOLO E., HENNENFENT H., 2008. Aires protégées et lutte contre les bioinvasions : des objectifs antagonistes ? Le cas de *Psidium catt-leianum* Sabine (Myrtaceae) autour du parc national de Ranomafana à Madagascar. *VertigO*, 8(1), avril 2008.
- CHRISTINA M., NOUVELLON Y., LACLAU J.P., STAPE J.L., CAMPOE O.C. & LE MAIRE G., 2015. Sensitivity and uncertainty analysis of the carbon and water fluxes at the tree scale in Eucalyptus plantations using a metamodeling approach. *Revue canadienne de recherche forestière* 46(3): 297-309.
- COLAS S., HEBERT M. *et al.*, 2000 – Guide d'estimation des coûts de gestion des milieux naturels ouverts. Espaces Naturels de France, programme Life-Environnement « Coûts de gestion », 136 pages.
- COUDREUSE J., HAURY J. & BOZEC M., 2009. Gestion des complexes d'invasives sur une gravière de Rennes. 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 CDRom. ISBN : 2-905550-19-8-22, pp. 304-314.
- DEBRIL J.W. (sous la direction de MATRAT R. & HAURY J.), 2005. Gestion des déchets de Jussie par le compostage – Document de synthèse. DIREN des Pays de la Loire Nantes & INRA-Agrocampus Rennes Écobiologie et Qualité des Hydrosystèmes Continentaux, Comité Régional de Lutte contre les Espèces envahissantes, 37 pages.
- DELBART E., MAHY G. & MONTY A., 2013. Efficacité des méthodes de lutte contre le développement de cinq espèces de plantes invasives amphibiennes : *Crassula helmsii*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Ludwigia grandifolia*, *Ludwigia peploides* et *Myriophyllum aquaticum* (synthèse bibliographique). *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 17(1), 87-102.
- DESMOULINS F. & EMEREAU T., 2017. Hiérarchisation des espèces invasives ou potentiellement invasives de la région Centre : méthode et liste. Conservatoire botanique national Bassin parisien. 25pages.
- DI PIETRO F. & BRUN M., 2015. Les friches urbaines, atout ou faiblesse pour la ville ? Un regard sur les laboratoires en Centre Limousin Poitou-Charentes n°71, février 2015.
- DORTEL F. & DUTARTRE A., 2018. La Crassule de Helms (*Crassula helmsii* Cockayne, 1907) : Fiche d'alerte détaillée, première analyse des risques, possibilités de régulation et mesures de biosécurité. CBN Brest et GT IBMA. 23 pages.
- DORTEL F., LACROIX P., LE BAIL J., GESLIN J., MAGNANON S. & VALLET J., 2013. Liste des plantes vasculaires invasives des Pays de la Loire. Conservatoire botanique national de Brest, 38 pages.
- DUTARTRE A. & SUFFRAN Y., 2011. Changement climatique et invasions biologiques. Impacts sur les écosystèmes aquatiques, risques pour les communautés et futurs moyens de gestion. Convention Onema – Cemagref, rapport 2010, 49 pages.
- EPPO, 2012. EPPO prioritization process for invasive alien plants. *Bulletin OEPP* 42 (3), 463-474.
- FEDERATION DES CHASSEURS DU LANGUEDOC-ROUSSILLON, 2010. Point sur la réglementation des sous-produits animaux. Application au gibier. 3 pages.
- FCEN, 2008. Liste des espèces exotiques envahissantes du bassin Loire-Bretagne. Groupe de travail Loire-Bretagne Plantes envahissantes, Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, agence de l'eau Loire-Bretagne, 2 pages.
- FRONTIER S., PICHOD-VIALE D., LEPRÊTRE A. & LUCZAK C., 2004. *Écosystèmes : structure, fonctionnement, évolution*. 3^{ème} édition, Dunod.
- FY F., 2015. Liste provisoire des espèces exotiques envahissantes de Poitou-Charentes. Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique, 8 pages.
- GARCIA-BERTHON E., ALCARAZ C., POU-ROVIRA Q., ZAMORA L., COENDERS G., FEO C., 2005. Introduction pathways and establishment rates of invasive aquatic species in Europe. *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, 2005, 62(2): 453-463.
- GTPI CENTRE-VAL DE LOIRE, 2015. Quand gérer les plantes invasives ? Tableau de synthèse. Groupe de travail Plantes invasives en région Centre, 2 pages.
- GUEDON G., 2015. Un exemple de gestion collective des rongeurs aquatiques envahissants en Pays de la Loire. 38^{ème} colloque de Mammalogie SFEPM, Haillan (33), 9 au 11 octobre 2015.
- GUREVITCH J. & PADILLA D. K., 2004. Are invasive species a major cause of extinctions? *Trends in Ecology & Evolution*, 19(9):470-474.
- HAURY J., DAMIEN J.P., MAISONNEUVE J.L. & BOTTNER B., 2012. La gestion des Jussies en milieu aquatique et en prairies humides. In HAURY, J. & MATRAT R. (eds), 2012. *Plantes invasives, la nécessité de différentes approches*. Actes du colloque régional Les plantes invasives en Pays-de-la-Loire, 11–12 mai 2011, Angers, Terra botanica. *Estuaria*, collection Paroles des Marais atlantiques: 171–189.
- HAURY J., HUDIN S., MATRAT R., ANRAS L. *et al.*, 2010. Manuel de gestion des plantes exotiques envahissant les milieux aquatiques et les berges du bassin Loire-Bretagne, Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, 136 pages.
- HOLLIDAY J. (Coord.), 2017. Atlas des espèces exotiques envahissantes du bassin de la Loire – État des connaissances de la répartition 2002-2014. Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, 95 pages.
- HUDIN S. (Coord.), HAURY J., MATRAT R., ANRAS L., *et al.*, 2014. Gestion des espèces exotiques envahissantes du bassin Loire-Bretagne – stratégie 2014-2020. Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, 20 pages.
- HUDIN S., VARRAY S., VAHRAMEEV P. *et al.*, 2018. Guide d'identification des principales plantes exotiques envahissantes du bassin Loire-Bretagne. Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, 116 pages.
- ISEIA GUIDELINES, 2009. Guidelines for environmental impact assessment and list classification of non-native organisms in Belgium. *Harmonia* information system, version 2.6., 4 pages.
- KETTUNEN M., GENOVESI P., GOLLASCH S., PAGAD S., STARFINGER U., TEN BRINK P. & SHINE C., 2009. Technical support to EU strategy on invasive alien species (IAS) – Assessment of the impacts of IAS in Europe and the EU (final module report for the European Commission). Institute for European Environmental Policy (IEEP), Brussels, Belgium. 44 pages. + annexes.

LACROIX P., LEBAIL J., GESLIN J. & HUNAUT G., 2008. Liste des plantes vasculaires invasives, potentiellement invasives et à surveiller en région Pays de la Loire. Région Pays de la Loire, 28 pages + annexes.

LAMBON P., PYSEK P., BASNOU C., HEJDA M., ARIANOUTSOU M., ESSL F., JAROSIK V.; PERGL J., WINTER M., ANASTASIU P., ANDRIOPOULOS P., BAZOS I., BRUNDU G., CELESTI-GRAPOW L., CHASSOT P., VILA M., 2008. Alien flora of Europe: Species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs. *Preslia* 80: 101- 149.

LAVERGNE C., 2016. – *Méthode de hiérarchisation des espèces végétales exotiques envahissantes et potentiellement envahissantes de Mayotte - Note méthodologique pour l'élaboration d'une liste hiérarchisée d'espèces exotiques envahissantes en vue de leur gestion*. Version 1, Septembre 2016. Note non publiée, Conservatoire Botanique National et Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement de Mascarin, Saint-Leu, 55 pages.

LEFEUVRE J.C., 2013. *Les invasions biologiques, un danger pour la biodiversité*. Editions Buchet Chastel, 292 pages.

LEVY V. (coord.), WATTERLOT W., BUCHET J., TOUSSAINT B. & HAUGEL J.C., 2015. Plantes exotiques envahissantes du Nord-Ouest de la France : 30 fiches de reconnaissance et d'aide à la gestion. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul, 140 pages.

MAGNANON S., HAURY J., DIARD L. & PELOTTE F., 2007. Liste des plantes introduites envahissantes (plantes invasives) de Bretagne. Plantes vasculaires. Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel de Bretagne, 23 pages.

MATRAT R., HAURY J., ANRAS L., LAMBERT E., LACROIX P., GUEDON G., DUTARTRE A., PIPET N., BOTTNER B. *et al.*, 2012 a (2004, 1^{ère} édition). 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, DREAL des Pays de la Loire & Forum des Marais atlantiques - 4^{ème} édition revue et augmentée, 76 pages + annexes.

MATRAT R., HAURY J. & ANRAS L., 2012 b. Stratégie régionale pour la gestion des plantes exotiques envahissantes. In HAURY J., MATRAT R. (Eds), 2012. Plantes invasives, la nécessité de différentes approches. *Estuaria*, collection Paroles des Marais atlantiques : 257-263.

MULLER S. (coord.), 2017. Stratégie nationale relative aux espèces exotiques envahissantes. Ministère de la Transition écologique et solidaire, 43 pages.

NAUDON D., 2015. La corbicule asiatique (*Corbicula fluminea*) en Limousin – Synthèse des connaissances et répartition régionale en 2014. 9 pages.

NUNES A. L., KATSANEVAKIS S., ZENETOS A. & CARDOSO A. C., 2014. Gateways to alien invasions in the European seas. *Aquatic Invasions* 9(2): 133-144.

OLSON L.J., & ROY S., 2003. The Economics of Controlling a Biological Invasion. USA: Dept. of Agricultural and Resource Economics, University of Maryland.

PASCAL P. M., LORVELEC O., VIGNE J.D., KEITH P. & CLERGEAU P. (eds.), 2006. *Invasions biologiques et extinctions, 11 000 ans d'histoire des vertébrés en France*. Quae-Belin éditions.

PERRINGS C., DEHNEN-SCHMUTZ K., TOUZA J. & WILLIAMSON M., 2005. How to manage biological invasions under globalization. *TRENDS in Ecology and Evolution* 20(5):212-215.

PHELOUNG P. C., WILLIAMS P. A. & HALLOY S. R., 1999. A weed-risk assessment model for use as a biosecurity tool evaluating plant introductions. *Journal of Environmental Management* 57: 239-251.

PIPET N., 2018. Maîtrise de la prolifération de la jussie dans le marais poitevin (Zone des marais mouillés de la Sèvre Niortaise, du Mignon et des Autizes) – rapport technique d'opération – année 2017. Répertoire d'exemples du réseau des TMR, CPIE Val de Gartempe, 4 pages.

RICHARDS C.L., BOSSDORF O., MUTH N.Z., GUREVITCH J. & PIGLIUCCI M., 2006. Jack of all trades, master of some? On the role of phenotypic plasticity in plant invasions. *Ecology Letters* 9: 981–993.

SARAT E (coord.), 2012. Vertébrés exotiques envahissantes du bassin de la Loire (hors poissons) : connaissances et expériences de gestion. Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, Plan Loire grandeur Nature, 128 pages.

SARAT E., MAZAUBERT E., DUTARTRE A., POULET N., SOUBEYRAN Y., 2015 a. Les espèces exotiques envahissantes. Connaissances pratiques et expériences de gestion. Volume 1 – Connaissances pratiques. Onema. Collection *Comprendre pour agir*. 252 pages.

SARAT E., MAZAUBERT E., DUTARTRE A., POULET N., SOUBEYRAN Y., 2015 b. Les espèces exotiques envahissantes. Connaissances pratiques et expériences de gestion. Volume 1 – Expériences de gestion. Onema. Collection *Comprendre pour agir*. 240 pages.

SHARP L., LARSON L. R. & GREEN G. T., 2011. Factors influencing public preferences for invasive alien species management. *Biological Conservation*, 144: 2097-2104.

SOUBEYRAN Y., 2008. Espèces exotiques envahissantes dans les collectivités françaises d'outre-mer. Etat des lieux et recommandations. Collection Planète Nature. Comité français de l'UICN, Paris, France.

UICN France, 2015. *Les espèces exotiques envahissantes sur les sites d'entreprises*. Livret 2 : Identifier et gérer les principales espèces, Paris, France, 96 pages.

UICN, 2000. UICN guidelines for the prevention of biodiversity loss caused by alien invasive species. Prepared by the SSC and approved by the 51th Meeting of the UICN Council, Gland Switzerland, February, 25 pages.

VALLET *et al.*, 2012. Effort d'échantillonnage et atlas floristiques - exhaustivité des mailles et caractérisation des lacunes dans la connaissance. *C.R. Biologie* 335 : 753-76.

VARRA S., POLLARD K., ELLISON C., CABI UK, 2016. Implementing A Novel Weed Management Approach For Himalayan Balsam: Progress On Biological Control In The UK. *Outlooks on Pest Management* – October 2016, 198-203.

VARRAY S. (coord.), 2015. Protocole de détection précoce et d'alerte – Eléments de mise en œuvre dans les coordinations territoriales du bassin Loire-Bretagne. Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, 8 pages + annexes.

VARRAY S. (coord.), 2017. Liste catégorisée des espèces exotiques envahissantes du bassin Loire-Bretagne. 14 pages + annexes.

VARRAY S., HUDIN S. & FIERIMONTE B., 2018. Résultats de l'enquête « Détenteurs de données et offre de formation sur les espèces exotiques envahissantes du bassin Loire-Bretagne ». Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, 18 pages.

VIAL D., 2014. Plan régional de valorisation des déchets issus des chantiers de gestion de plantes invasives. Stage de fin d'étude réalisé au Conservatoire d'espaces naturels Centre, parcours Aménagement du Territoire, Ecole Polytechnique de l'Université de Tours, 98 pages.

VOIX P. & PIPET N., 2014. Présence avérée de *Aponogeton distachyos* (vanille d'eau) dans le Département des Deux-Sèvres – Avril 2014. Syndicat Mixte du Bassin de la Boutonne.

WEBER E. & GUT D., 2004. Assessing the risk of potentially invasive plant species in central Europe. *Journal for Nature Conservation* 12: 171–179.

WILLIAMSON M. H., 1996. *Biological invasions* (1st ed). London ; New York: Chapman & Hall.

WILLIAMSON M. & FITTER A. (1996). The varying success of invaders. *Ecology* 77(6), 1661–1666.

WITTMANN A. & FLORES-FERRER A., 2015. *Analyse économique des espèces exotiques envahissantes en France. Première enquête nationale (2009-2013)*. Étude & Documents No. 130. Commissariat Général au Développement Durable.

Webographie :

Centre de ressources Loire nature
centrederesources-loirenature.com

Code de bonnes pratiques horticoles
www.codeplantesenvahissantes.fr/accueil/

DAISIE
www.europe-aliens.org/

Groupe de travail Invasions biologiques en milieux aquatiques
www.especes-exotiques-envahissantes.fr

Legifrance
www.legifrance.gouv.fr

CONTACTS

► À l'échelle du bassin

Fédération des Conservatoire d'espaces naturels
6, rue Jeanne d'Arc
45000 Orléans
Tél. 02 38 24 55 05
sylvie.varray@reseau-cen.org
<http://centrederesources-loirenature.com>

► En régions

Groupe Auvergne

Conservatoire des espaces naturels d'Auvergne
Moulin de la Croûte – Rue Léon Versepuy
63200 Riom
Tél. 04 73 63 18 27
contact@cen-auvergne.fr - www.cen-auvergne.fr

Groupe Centre-Val de Loire

Conservatoire des espaces naturels de la région Centre-Val de Loire
3, rue de la Lionne
45000 Orléans
Tél. 02 38 77 02 72
plantes_invasives@cen-centrevalde Loire.org
www.cen-centrevalde Loire.org/groupe-plantes-invasives

Conservatoire botanique national du Bassin parisien
DREAL Centre
5 avenue Buffon, CS 96407 – 45064 Orléans Cedex 2
Tél : 02.36.17.41.31

Groupe Poitou-Charentes

Observatoire Régional des Plantes exotiques Envahissantes des écosystèmes Aquatiques (ORENVA)

Forum des Marais Atlantiques
Quai aux Vivres
BP 40214
17304 Rochefort-sur-Mer
Tél : 05 46 87 08 00

ARB Nouvelle-Aquitaine

Téléport 4 Antarès – BP 50163
86962 Futuroscope Chasseneuil cedex
Tél : 05 49 49 61 05

Région Nouvelle-Aquitaine

Maison de la Région – Site de Poitiers
15, rue de l'Ancienne Comédie
86021 Poitiers CS 70575
Direction Environnement
Tél : 05 49 38 47 58
contact@orenva.fr – www.orenva.org

Groupe Pays de la Loire

Conservatoire d'espaces naturels des Pays de la Loire – Antenne Loire Océan
1 rue Célestin Freinet – Bât A – Nord
44200 Nantes
Tél. 02 28 20 58 66
accueil@cenpaysdelaloire.fr – www.cenpaysdelaloire.fr/

Groupe départemental de la Loire

Pôle-relais Plantes Invasives
Centre permanent d'initiatives pour l'environnement des Monts du Pilat
Maison de l'eau et de l'environnement
42660 Marllhes
Tél. 04 77 40 01 40
invasives@cpie-pilat.fr – www.cpie-pilat.fr

Groupe bassin de la Vienne

Établissement public du bassin de la Vienne
18, rue Soyuz – ESTER Technopole
87068 Limoges cedex
Tél : 05 55 06 39 42
contact@eptb-vienne.fr – www.eptb-vienne.fr

Groupe Normandie

Conservatoire d'espaces naturels Normandie Ouest
320, quartier du val
14200 Hérouville-Saint-Clair
Tél : 02 31 53 01 05
contact@cen-bn.fr – www.cen-normandie.fr

Groupe Limousin

Observatoire régional des plantes exotiques envahissantes du Limousin

CPIE des Pays Creusois
16, rue Alexandre Guillon
23000 Guéret
Tél : 05 55 61 95 87

FDGDON de Haute-Vienne

13, rue Auguste Comte
87280 Limoges
Tél : 05 55 04 64 06

CPIE de Corrèze

Rue de l'Église
19160 Neuvic
Tél : 05 55 95 93 79
www.plantes-exotiques-envahissantes-limousin.fr/

Groupe Bretagne

FREDON Bretagne
ZA Bellevue
5, rue Antoine de Saint-Exupéry
35235 Thorigné-Fouillard
Tél : 02 23 21 18 18
fredon@fredon-bretagne.com – www.fredon-bretagne.com
EPTB VILAINE
Boulevard de Bretagne – BP 11
56130 LA ROCHE BERNARD
Tel : 02 99 90 88 44
contact@eptb-vilaine.fr – www.eptb-vilaine.fr

Groupe Bourgogne

CPIE Pays de Bourgogne
Pré Ouche
71360 Collonge la Madeleine
Tél : 03 85 82 42 57
contact@cpie-pays-de-bourgogne.com – www.cpie-pays-de-bourgogne.com

► Directeur de la publication

Christophe Lépine, Fédération des Conservatoires d'espaces naturels

► Coordination de la réalisation de l'ouvrage

Sylvie Varray, Fédération des Conservatoires d'espaces naturels

► Rédacteurs

Sylvie Varray (Fédération des Conservatoires d'espaces naturels)

Jacques Haury (Agrocampus Ouest)

Matthieu Trouvé (Conservatoire d'espaces naturels Centre – Val de Loire)

Emmanuel Leheurteux (Conservatoire d'espaces naturels Pays de la Loire)

Alain Dutratre (expert indépendant)

Benjamin Bottner (Établissement public territorial de bassin Vilaine)

Stéphanie Hudin (Fédération des Conservatoires d'espaces naturels)

Romane Bregea (Fédération des Conservatoires d'espaces naturels)

Arnaud Albert (Agence française pour la biodiversité)

► Comité de relecture

Olivier Audras (FREDON Bretagne), Doriane Blottière (Comité français de l'UICN), Benjamin Bottner (Établissement public territorial de bassin Vilaine), Charlotte Bouin (Conservatoire d'espaces naturels Normandie Ouest), Mireille Boyer (Concept Cours d'Eau-SCOP Aquabio), François Chambaud (Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse), Florient Desmoulins (Conservatoire botanique national du bassin parisien), Théo Duperray (Saules et Eaux), Alain Dutratre (expert indépendant), Ségolène Faust (DREAL Centre-Val de Loire), Bérénice Fierimonte (Fédération des Conservatoires d'espaces naturels), Jacques Haury (Agrocampus Ouest),

Stéphanie Hudin (Fédération des Conservatoires d'espaces naturels), Paul Hurel (Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage), Elisabeth Lambert (Université de Tours), Amélie Lecoq (DREAL Pays de la Loire), Emmanuel Leheurteux (Conservatoire d'espaces naturels Pays de la Loire), Charles Lemarchand (Groupe mammalogique d'Auvergne), Lucien Maman (expert indépendant), Bastien Martin (PNR Loire-Anjou-Touraine), Sylvie Martinant (Conservatoire d'espaces naturels Auvergne), Léa Mie (Établissement public territorial de bassin Vienne), Isabelle Parot (Fédération départementale de Pêche du Loir-et-Cher), Amandine Ribreau (Agence régionale de la Biodiversité Nouvelle-Aquitaine), Emmanuelle Sarat (Comité français de l'UICN), Jean Secondi (Université d'Angers), Charline Teffaut (Conservatoire d'espaces naturels Centre-Val de Loire)

► Remerciements

Nous remercions tous ceux qui ont contribué à l'écriture et à l'illustration de ce manuel :

- les auteurs, qui ont envoyé leurs contributions dans les temps imposés par le calendrier ;
- les photographes, qui ont mis à disposition les clichés illustrant ce document ;
- l'ensemble des relecteurs, qui ont permis d'améliorer en continu les textes.

Conception graphique et réalisation : www.chromatiques.fr

Crédit photo couverture : Syndicat Mixte de la Vallée du Thouet

ISBN : 979-10-92631-04-3

Dépôt légal : janvier 2019

 **PEFC** 10-31-2779 / Certifié PEFC / pefc-france.org

Manuel de gestion des espèces exotiques envahissantes du bassin Loire-Bretagne

Depuis l'émergence de cette thématique dans les années 1980, les gestionnaires d'espaces naturels connaissent bien les nombreux problèmes que peuvent poser les espèces exotiques envahissantes. La préservation de ces milieux est parfois rendue difficile et la biodiversité s'en trouve souvent altérée : les gestionnaires doivent alors intervenir de façon aussi pertinente que possible, mais il n'est pas toujours facile de définir la meilleure stratégie d'intervention et d'identifier les méthodes à utiliser.

Ce manuel est une version revue et enrichie du Manuel de gestion des plantes exotiques envahissant les milieux aquatiques et les berges du bassin Loire-Bretagne (2010). Il présente un état des connaissances sur les phénomènes écologiques d'invasion, les particularités du bassin Loire-Bretagne et l'organisation de ses acteurs, la réglementation qui s'applique actuellement ainsi qu'un ensemble d'outils développés dans le bassin ayant pour objectif d'accompagner les gestionnaires dans la planification de leurs actions de gestion.

Ce manuel constitue une aide pour formaliser une démarche méthodologique en se posant les bonnes questions pour raisonner les choix d'intervention.

Pour aller plus loin

Dans le cadre de sa mission d'animation du réseau d'acteurs sur les espèces exotiques envahissantes du bassin de la Loire, la Fédération des Conservatoires d'espaces naturels propose régulièrement des outils techniques. Pour avoir connaissance de la parution de ces outils, être informé des actualités du réseau d'acteurs sur les espèces exotiques envahissantes du bassin Loire-Bretagne et des événements à venir, il est possible de s'inscrire à la lettre d'information du Centre de Ressources Loire nature. Pour cela, rendez-vous sur centrederessources-loirenature.com



Fédération des Conservatoires d'espaces naturels
6, rue Jeanne d'Arc – 45000 Orléans
www.reseau-cen.org

Sylvie VARRAY
Chargée de mission Loire
Tél : 02.38.24.55.05
sylvie.varray@reseau-cen.org