YAMAHA

© H. Gervais – CEN Centre-Val de Loire

# 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.

© E. Lehéricey

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.

© M.Manske

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 systémique 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.

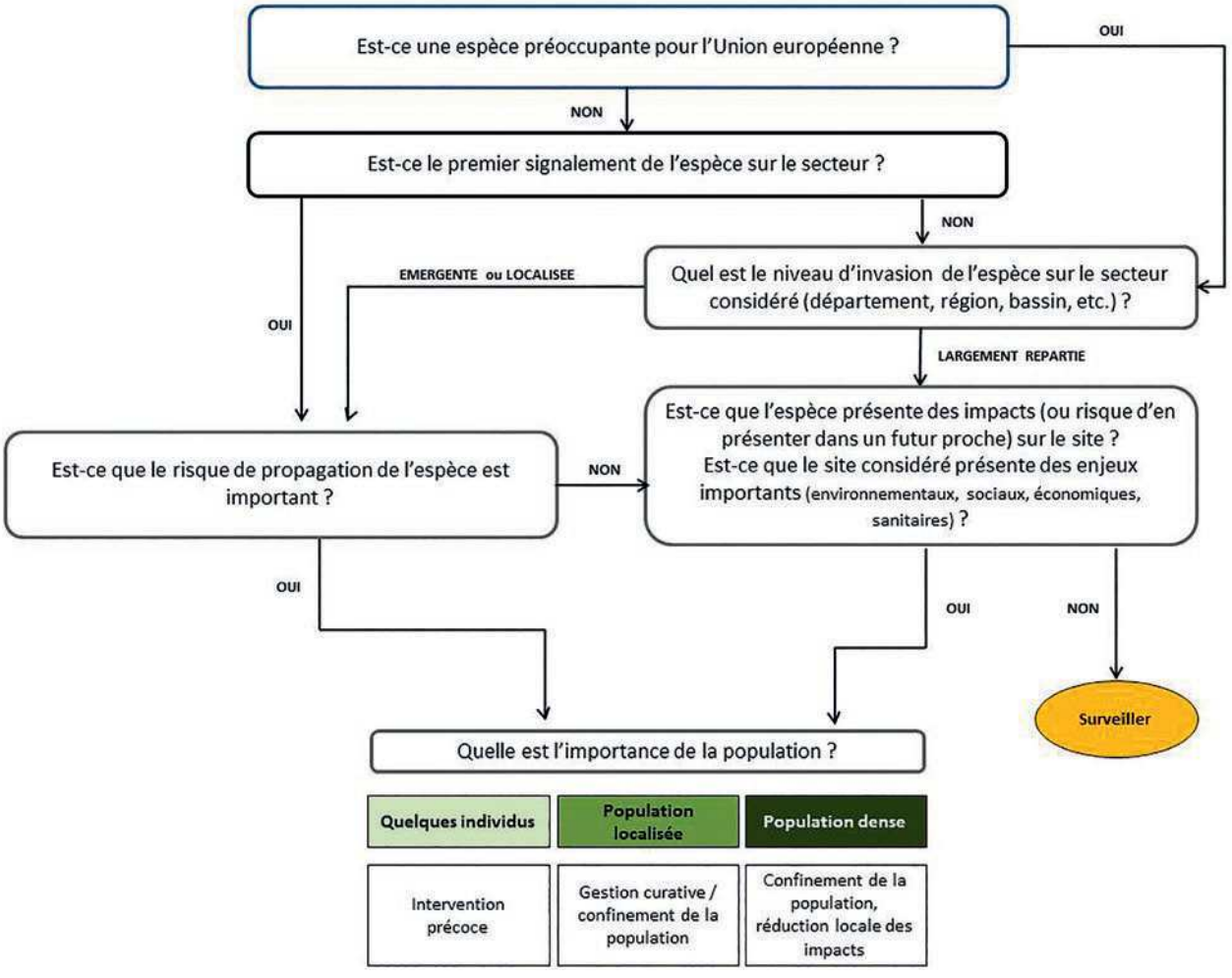
Les modalités du suivi post-intervention et ses protocoles sont à prévoir dès la conception de la gestion. Des outils ont été conçus pour appuyer les gestionnaires afin de concevoir et réaliser ce suivi.

## 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.***



2

# 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 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.

© S. Varray – FCEN

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

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.

2

# Réaliser des cartographies sur les espèces exotiques envahissantes

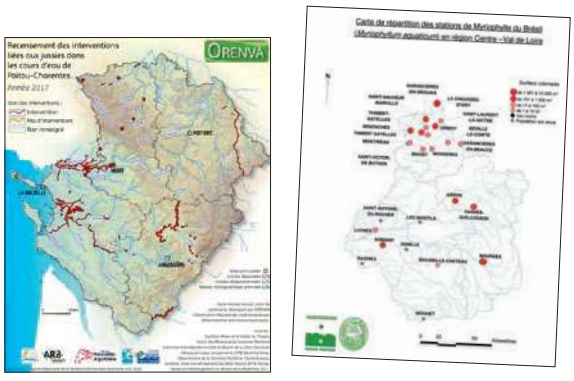
Face à l'augmentation du nombre d'espèces à prendre en considération et des superficies envahies, il devient nécessaire d'établir des priorités d'action, telles que limiter la propagation des espèces déjà largement implantées sur le bassin Loire-Bretagne et identifier les zones à forts enjeux patrimoniaux 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.




© ORENVA et CBN Bassin parisien

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

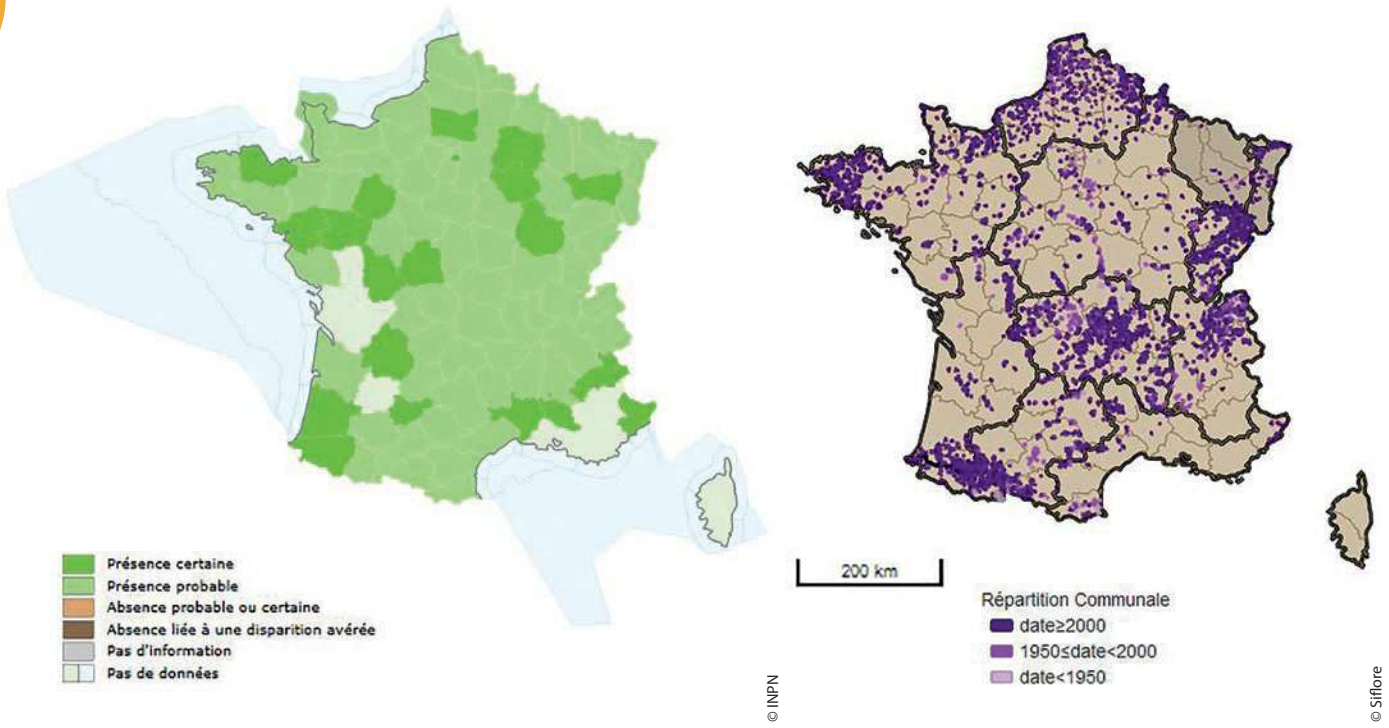
Diverses bases de données peuvent contenir des informations sur la répartition des espèces exotiques envahissantes. Des bases de données nationales centralisent des données en provenance d'autres bases issues d'échelles plus locales (régionale, départementale, etc.), telles que les bases de l'Inventaire 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 de 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*

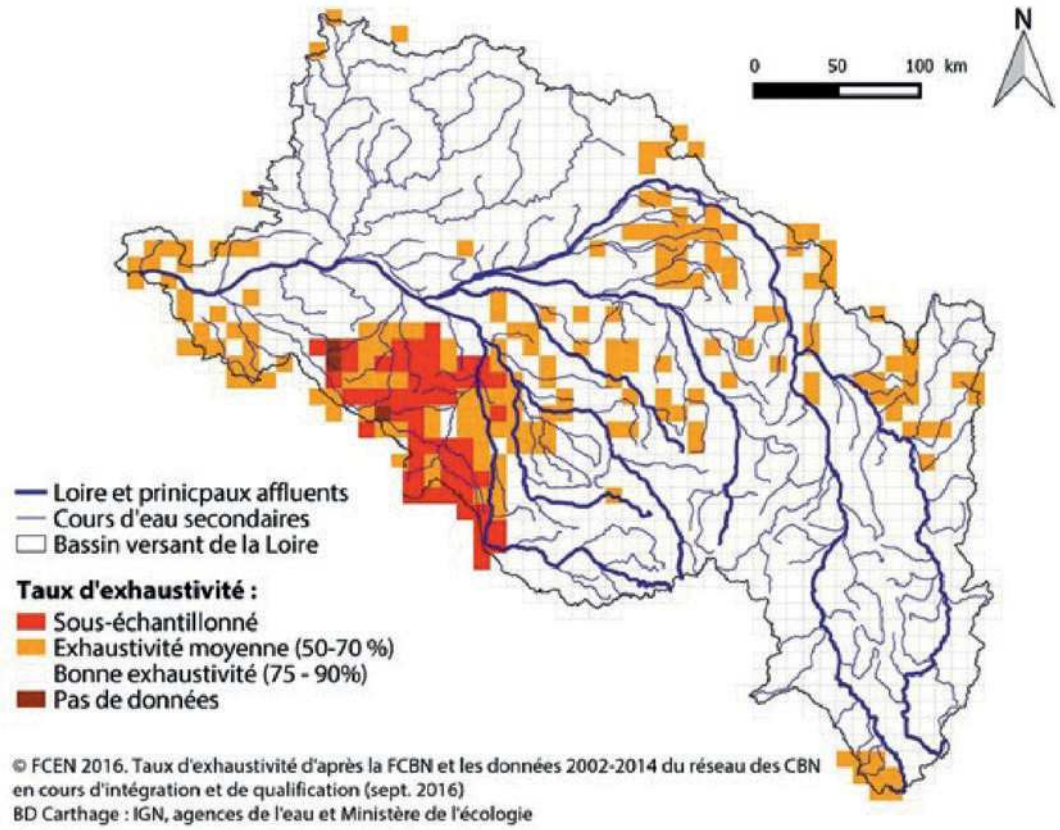
Pour la flore, il est possible d'évaluer un biais lié au manque de connaissances dans certains secteurs, en calculant le taux d'exhaustivité (ratio entre la richesse observée et la richesse maximale attendue). Plusieurs méthodes existent pour ce faire. Par exemple, celle retenue dans le cadre de l'atlas 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.

2

# 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).

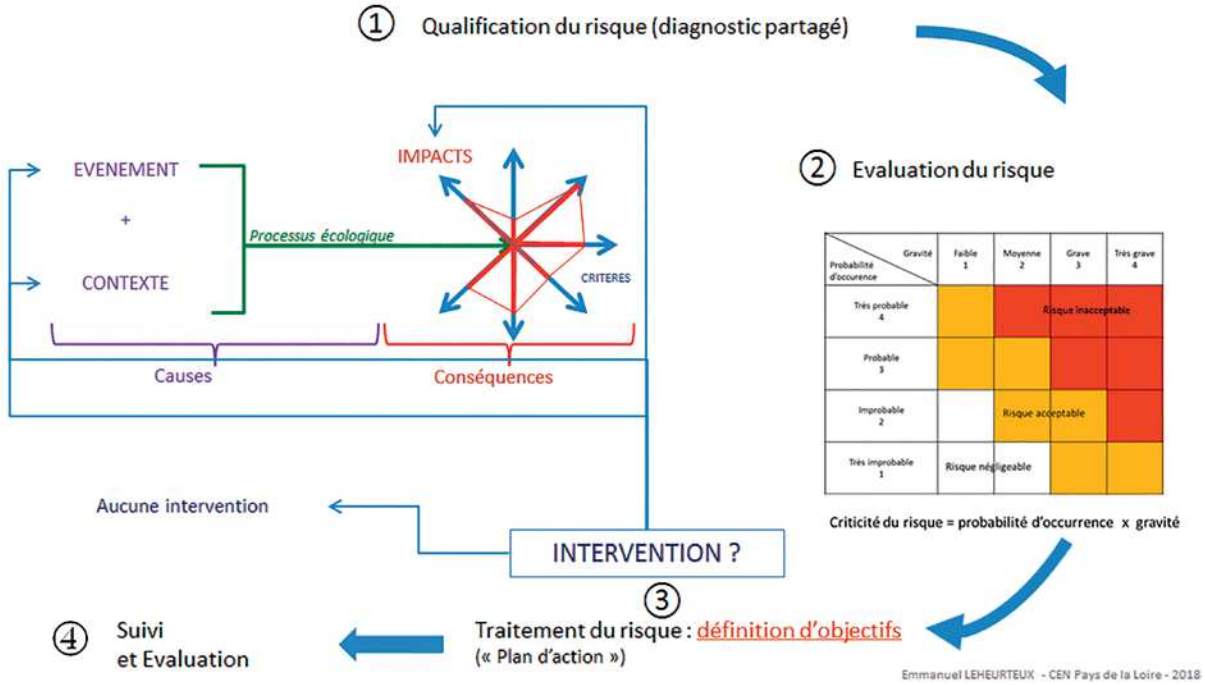
### *Évaluer les enjeux*

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 entrainer 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 règlementaires 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 au 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 Lézardelle 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 Lézardelle penchée (*Saururus cernuus*) a fait l'objet dès l'année suivante d'une intervention destinée à l'éradiquer. Cette espèce hélophyte 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 Lézardelle 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 Lézardelle 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.

© INRA – Agrocampus Ouest

## 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.

© S. Varray – FCEN

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

2

# 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 piégeurs 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*.)

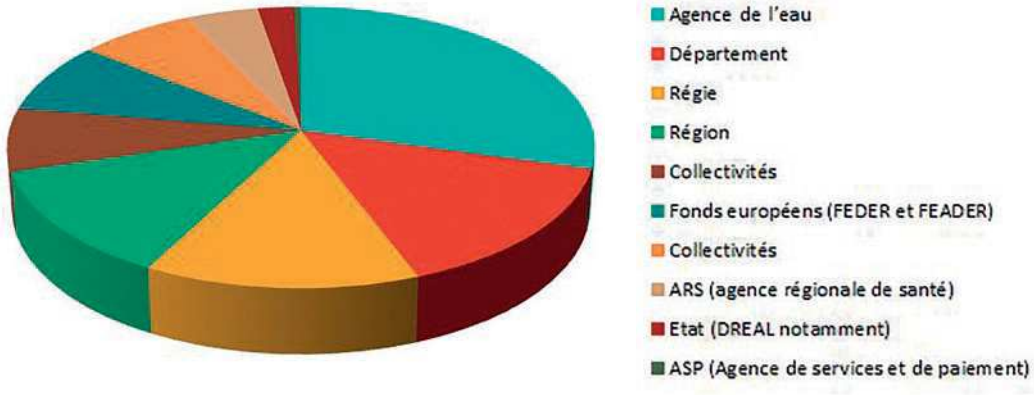
## Financer une action de gestion

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 (BREGEA, 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 (ambroisie, balsamines, berce, datura, lysichiton, raisin d'Amérique, renouées, solidages) | | | | |
| Arrachage manuel | | Régie (association) | 500 | €/jour |
| | | | 0,25 | €/m² |
| | | Régie (collectivité) | 3 ,77 | €/m² |
| | Berges | Entreprise | 2,67-8,67 | €/ml |
| | | | 0,15 | €/m² |
| Bâchage enterré | Prairie | Régie (collectivité) | 47,57 | €/m² |
| Débroussaillage/fauchage | Berges | Régie (collectivité) | 0,79-9,99 | €/m² |
| Mise en concurrence | Berges | Régie (collectivité) | 7,5 | €/ml |
| Arbres terrestres (séneçon, robinier, ailante) | | | | |
| Ecorçage | | Chantier d'insertion | 0,11 | €/m² |
| Arrachage manuel | | Chantier d'insertion | 1,26 | €/m² |
| 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 | €/m² |
| Arrachage mécanique | Eau courante | Entreprise | 0,23-0,52 | €/ml |
| | | | 1,36-1,81 | €/m² |
| Arrachage manuel + traitement thermique | Eau courante | Entreprise | 0,84-1,11 | €/m² |
| Faucardage | Eau courante | Entreprise | 3,8 | €/ml |
| Curage mécanique | | Entreprise | 2 | €/m² |




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

# 2 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*

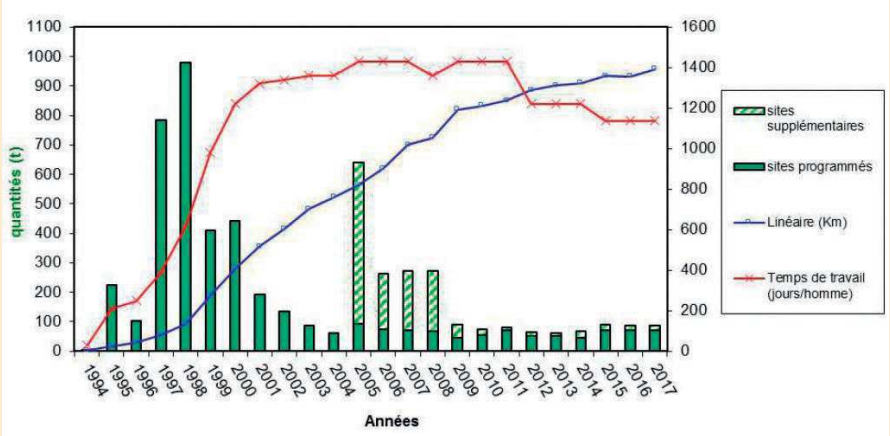
Cet aspect permet de s'intéresser aux conséquences des travaux de gestion sur les communautés d'espèces indigènes, grâce à la mise en place d'un suivi post-intervention (*cf. chapitre page 102*). Pour la flore, la méthode de suivi la plus fréquemment utilisée est celle des relevés phytosociologiques (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 règlementaires (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 règlementation 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 menées localement sur le bassin Loire-Bretagne, dont quelques exemples sont présentés ci-dessous.

© S. Hudin - PCEM

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.

#### *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 évènements 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*

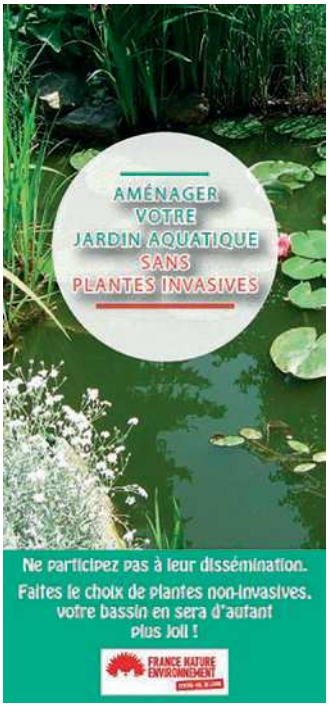
Le groupe de travail « Plantes invasives de la région Centre-Val de Loire » a élaboré en 2014 une Charte d'engagement des collectivités, qui s'insérait dans un kit de communication comportant également un ensemble de documents dont des informations sur les périodes de gestion des plantes exotiques envahissantes 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 évènements auxquels ils participent.



2

# Surveiller

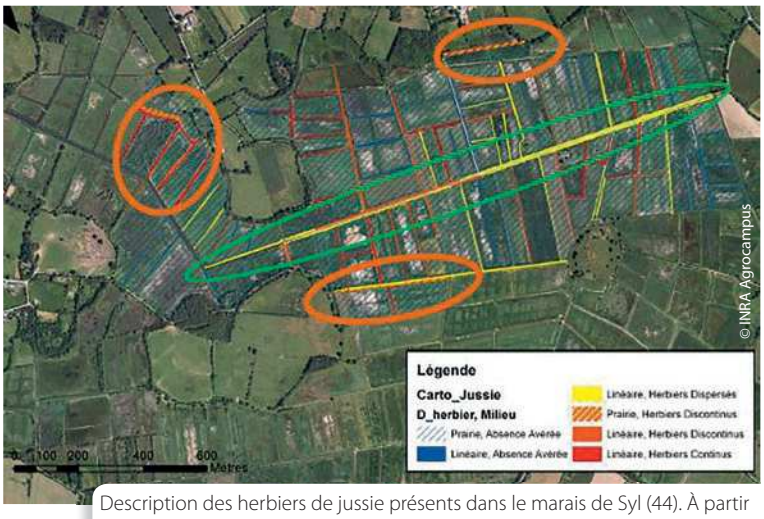
La propagation des espèces végétales invasives se fait par différents processus, directement liés aux espèces elles-mêmes mais également aux milieux concernés et à leurs usages (*cf. Contextes et fondamentaux, page 4*). Le plus souvent, l'apparition des espèces exotiques envahissantes dans de nouveaux 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.




Description des herbiers 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.

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'Ambroisie, 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

© E. Leheurteux

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.**

© P. Dot

Vanille d'eau (*Aponogeton distachyos*).

2

# 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

© N. Pipet-IIBSN

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 Séneçon 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.

© H. Gervais-CEN Centre-Val de Loire

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 influer 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'Ambroisie à feuille d'armoise (*Ambrosia artemisifolia*) 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 piéageage, 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 reconnexions 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 Séneçon 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*

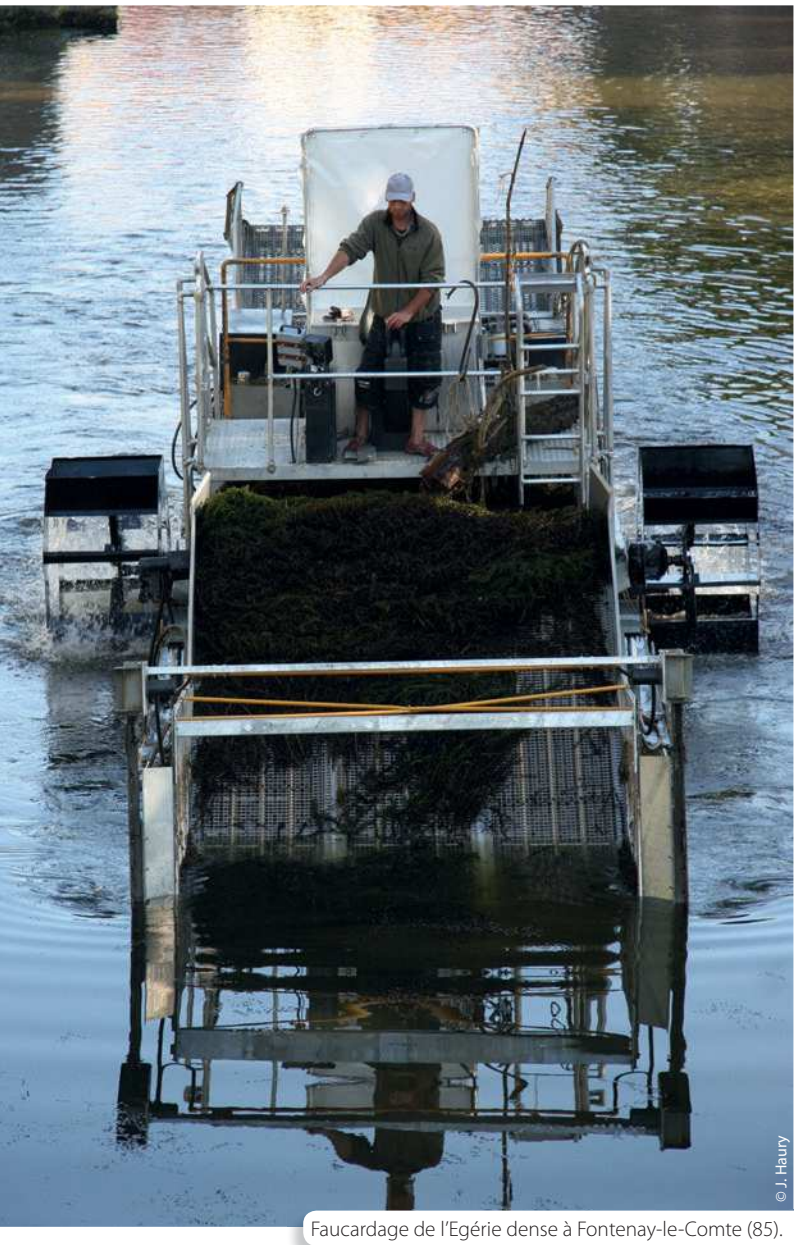
Les interventions mécaniques ont pour objet d'améliorer le rendement des opérations d'enlèvement. Les rapports coût-efficacité sont souvent intéressants. Ces interventions sont très impactantes pour le milieu (remaniements brefs et intenses qui affectent tous les organismes vivants, pollution physique 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 maitrisées 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.


© J. Haury

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

***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 Séneçon 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 pelleteuses, 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 $m^3$ 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.

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'emport 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 Séneçon 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 recreusement. Ces milieux « vieillis » 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 Crassule de Helms sur le site du Ténu (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 (crocs, râteaux, 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 $m^2$). 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 fatiguant, 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'Ailanthe (*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 prénuptiale, 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 règlementations 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

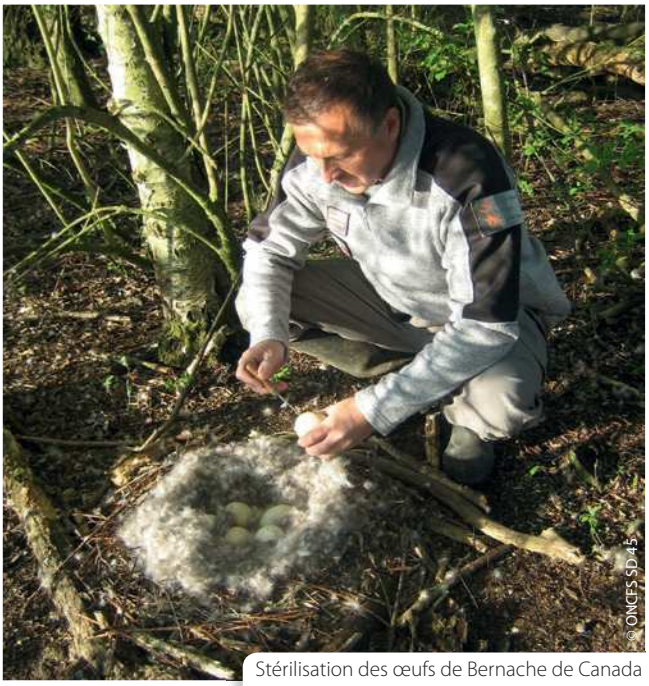
Deux types d'actions sont possibles sur les pontes : les récolter ou les stériliser. L'objectif de ces deux méthodes est d'éviter l'apparition d'une nouvelle génération d'individus, qui va se disperser et se reproduire à son tour. La stérilisation des œufs est une méthode discrète qui est utilisée notamment 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.



© ONCFS SD45

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).

© E. Leheurteux

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 chaine 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).

© S. Varray

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.

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 rufinasus*, 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 rufinasus* 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 rufinasus* 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 rufinasus*, 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 rufinasus* 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, continuent 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*).

2

# 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 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.

© A. Dutartre

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.

© M. Le Guen - CBN Massif central

Pour les espèces à reproduction sexuée, comme l'Ambroisie 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.

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'Ambroisie 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'Ambroisie, les graines sont viables pendant 10 ans.

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 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*).

© PNR Brenne

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 | | | | | | | | | | | | |

2

# 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.

### 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*).

Toutefois, cette approche doit systématiquement s'articuler autour de l'objectif stratégique de **minimisation optimal 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*

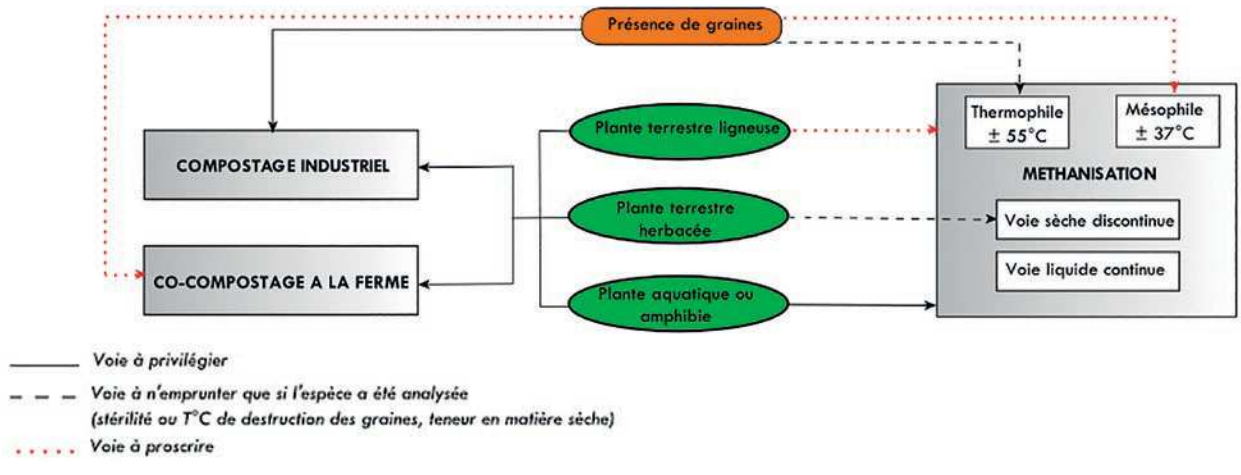
Malgré la réglementation qui incite à valoriser les déchets organiques, les coûts occasionnés sont souvent difficiles à prendre en charge par les gestionnaires qui se retrouvent rapidement coincés entre une réglementation vertueuse et la limitation de leurs moyens. De fait, **le traitement des déchets de plantes invasives entraine 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,

***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 anaérobie. 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

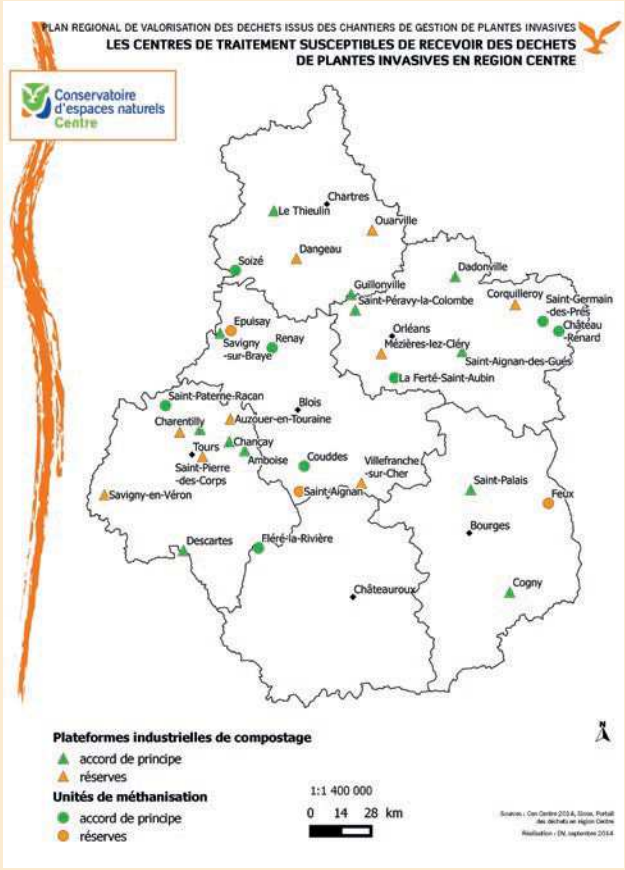
cependant être possible de traiter ces déchets sur le site, afin notamment d'éviter la contamination de nouveaux milieux.

### *Le brûlage à l'air libre sur site*

Il est possible de traiter les déchets de petits chantiers (de 5 à 20 m$^3$) 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 connaitre 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 maitre d'ouvrage de s'assurer que le centre de compostage a connaissance des risque liées à la nature de ce type de déchets verts et que les précautions et conditions techniques pour s'en couvrir seront respectées.

Apport de Jussie 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 connaitre 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 maitre d'ouvrage de s'assurer que l'unité de méthanisation qui va prendre en charge les déchets avec connaissance des risque liées 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 fertilisant. 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.

© H. Gervais CEN Centre – Val de Loire

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, entraine 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 abandonnées 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 chaine 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 récurer 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 règlementation 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).

2

# 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).

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 cicatrisation-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).

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 :

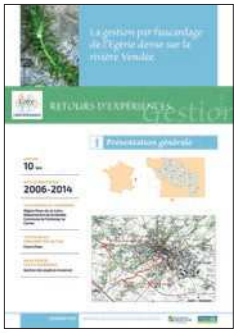
- la description du protocole d'action mis en œuvre (comprenant la description du matériel utilisé, des quantités prélevées, les coûts mobilisés et les difficultés rencontrées) ;
- les résultats issus du suivi après la réalisation des travaux.

#### *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.



© FCEN

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.

© SIBL

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.

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 (BREGEA, 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).

### 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*).

## 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 (BREGEA, 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.

2

# 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
- **Milieux concernés :** Marais et prairies inondables
- **Montant total pour l'action :** environ 150 000 €

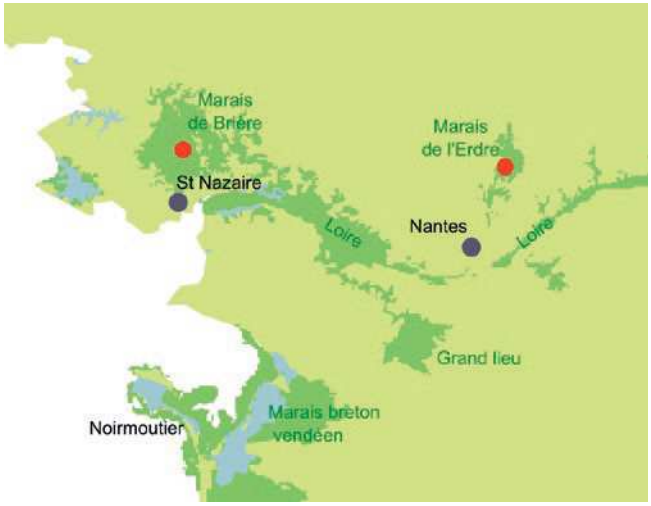
### Le porteur du projet : Agrocampus Ouest

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*

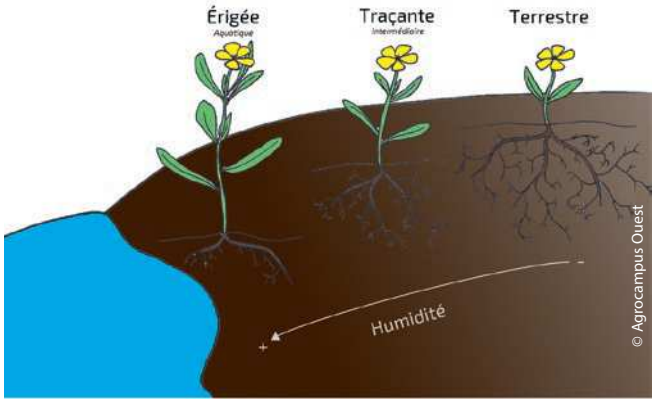
On peut distinguer deux formes de Jussie à grandes fleurs avec des caractéristiques morphologiques différentes :

- « 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.***



© S.Varray - FCEN

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.

### *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 (*Œnanthe 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 activité 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.

2

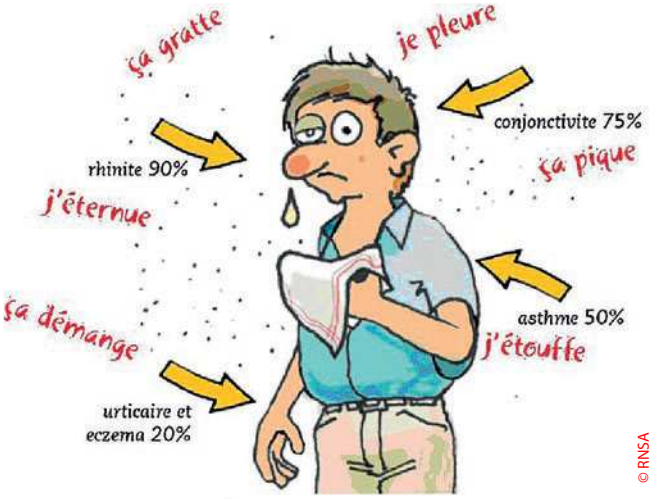
# Animation et déclinaison du plan régional de lutte contre l'Ambroisie en Auvergne

## 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
- **Milieux 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.

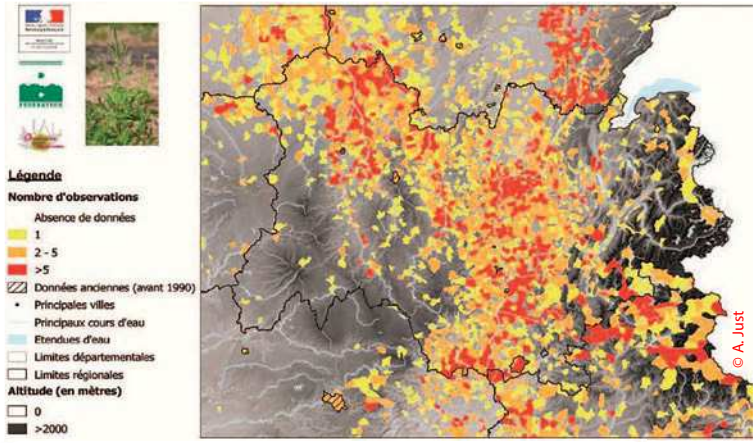



Les signes d'une réaction allergique à l'Ambroisie.

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.

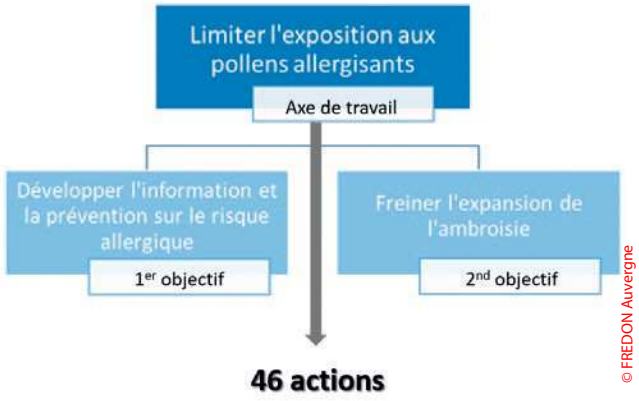



Répartition communale de l'Ambroisie en région Auvergne-Rhône-Alpes (état des connaissances en juin 2016).

## 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.




Axes de travail du plan de lutte contre l'Ambroisie en Auvergne.

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*

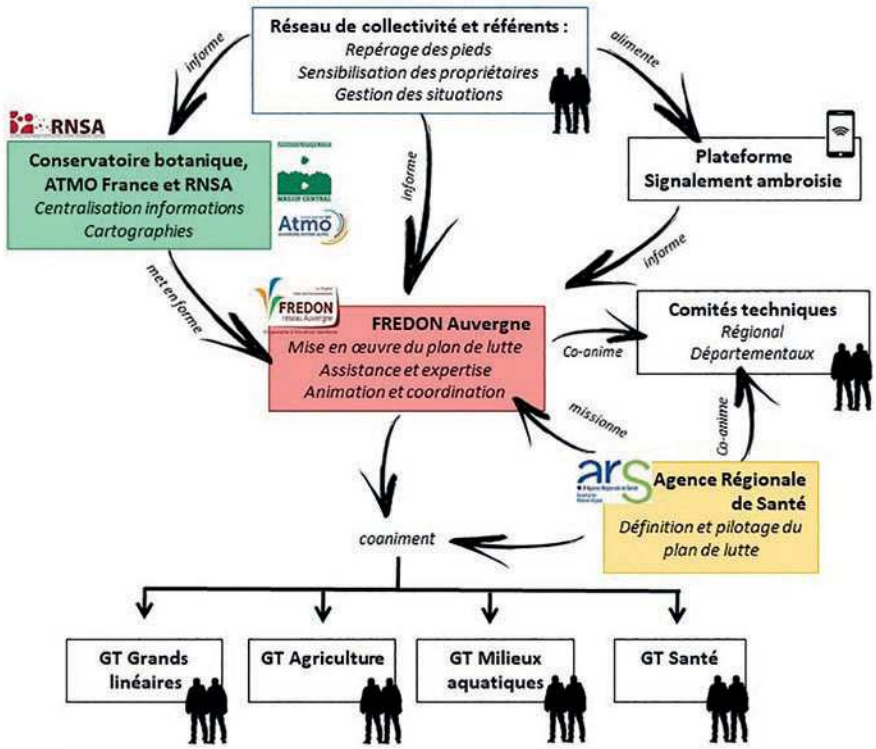
Son fonctionnement est basé sur deux niveaux d'organisations :
- Niveau local (référents et collectivités), qui participent entre autres à la gestion et à la remontée d'informations ;
- Niveau régional (ARS, FREDON), qui définit les orientations du plan de lutte. Différents groupes de travail sont également 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

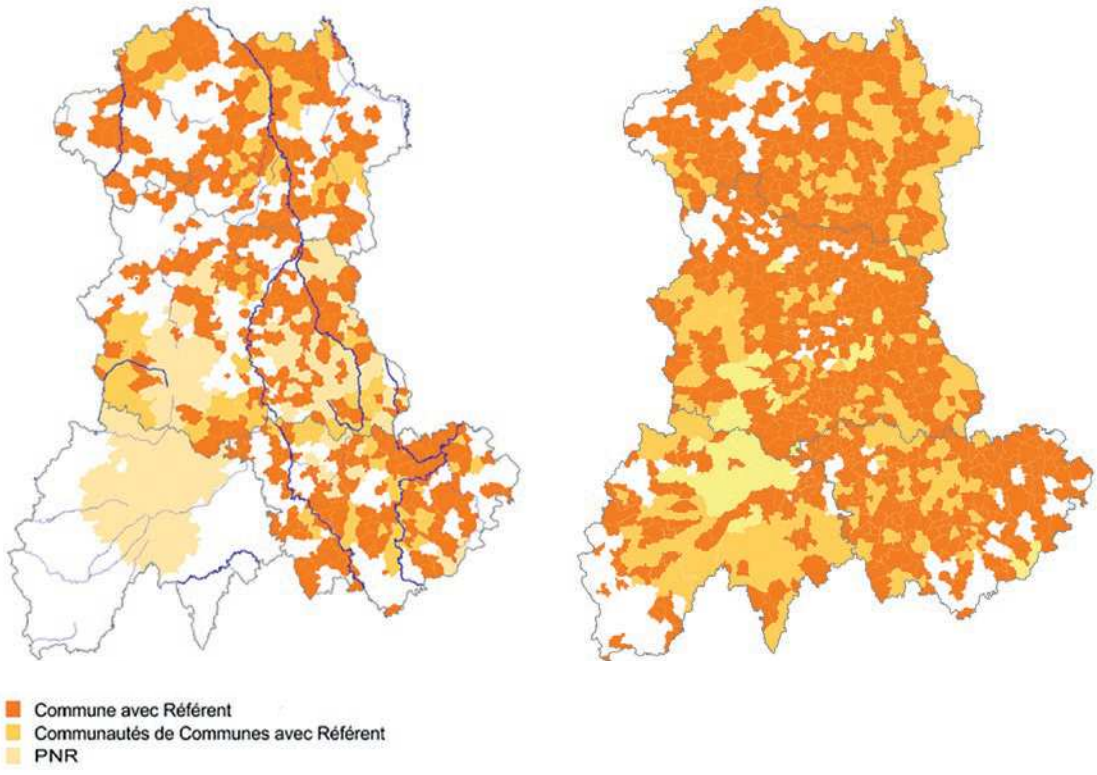
### *Le réseau des référents Ambroisie*

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).




© FREDON Auvergne

Organisation et fonctionnement du plan de lutte contre l'Ambroisie à feuille d'armoise en Auvergne.

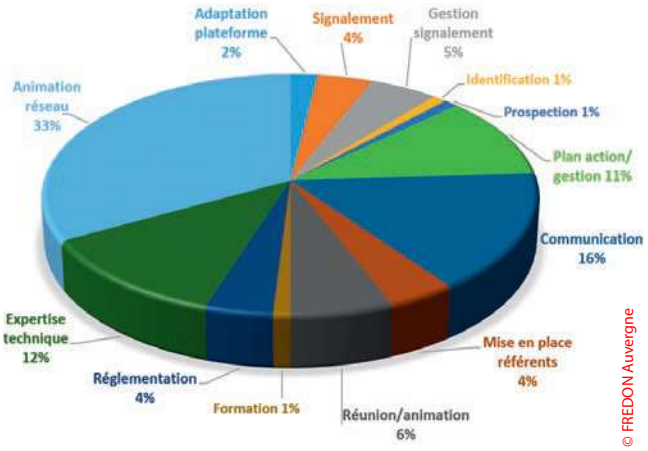



© FREDON Auvergne

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 évènementielles (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.

2

# Gestion de la Grenouille taureau (*Lithobates catesbeianus*) en Sologne

## Le projet

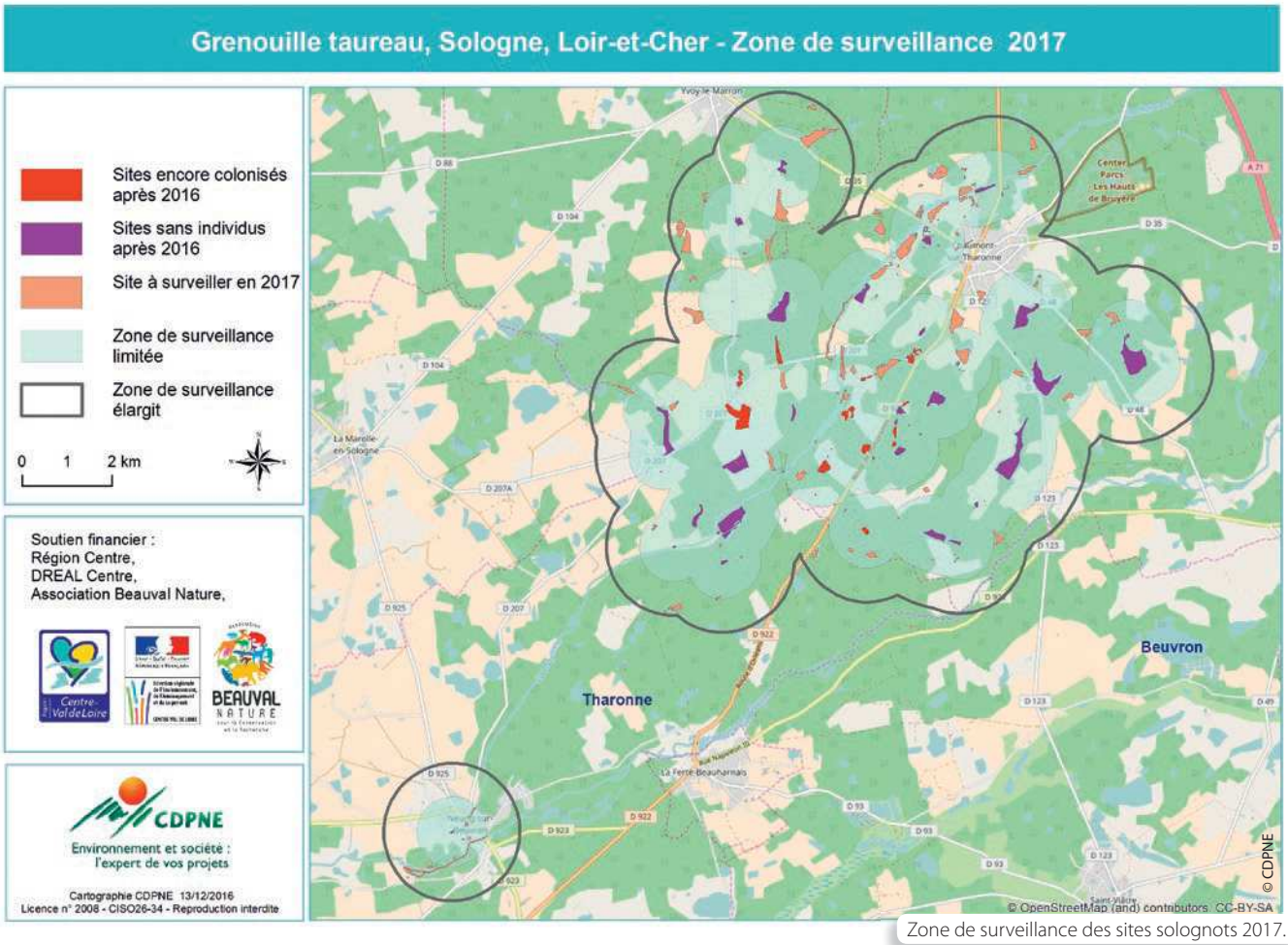
- **Localisation :** région Centre – Val de Loire
- **Maître d'ouvrage :** Syndicat d'entretien du bassin du Beuvron (SEBB) et le Comité départemental de la protection de la nature et de l'environnement (CDPNE)
- **Partenaires :** Association Beauval Nature, ONCFS, fédération de pêche du Loir-et-Cher, Spygen, ZooParc de Beauval, DDT Loir-et-Cher
- **Financeurs :** région Centre – Val de Loire, Conseil départemental du Loir-et-Cher, Région Nouvelle-Aquitaine, Agence de l'eau Adour-Garonne, DREAL Nouvelle-Aquitaine
- **Superficie sur laquelle a porté l'action :** 146 km²
- **Période de réalisation du projet :** 2002-2017
- **Milieux concernés :** étangs
- **Montant total pour l'action :** environ 600 000 € depuis 2009

## Site d'intervention : la Sologne

La Sologne est une région d'environ 5 000 km² répartie sur trois départements (Loir-et-Cher, Loiret et Cher). Elle comprend deux grandes zones : la Grande Sologne : Sologne des étangs (entre Sauldre et Beuvron), Sologne orléanaise (entre Beuvron et Cosson) et Sologne du Cher, ainsi que la Sologne viticole : partie la plus à l'ouest du bassin. Cette région accueille un grand nombre d'espèces inféodées aux zones humides et constitue un site d'intérêt écologique majeur en Europe.

Environ 10 000 ha d'eau stagnante représentant un fort potentiel d'accueil pour les amphibiens, traversée par deux rivières principales : le Beuvron et la Tharonne pouvant servir de voies de circulation.

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.




Zone de surveillance des sites solognots 2017.

## 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 chytriodiomycose. 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

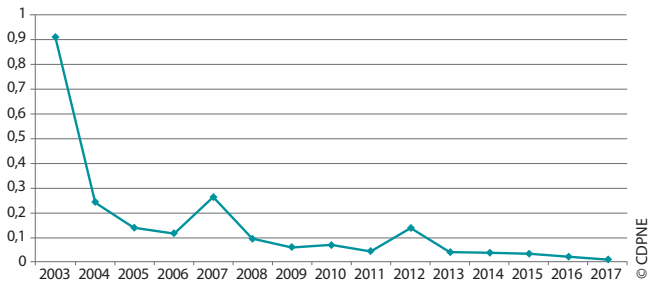
### *Veille environnementale*

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<br>• Débroussaillage | 4,5 |
| Site 2 | • Bûcheronnage saulaie | 6,5 |
| Site 3 | • Bûcheronnage végétation rivulaire | 0,5 |
| Site 4 | • Bûcheronnage<br>• Débroussaillage | 1,5 |
| Site 5 | • Bûcheronnage léger<br>• 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 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).

Queue de l'étang de l'Epinay avant l'intervention et après les travaux de restauration.

2

# Gestion de l'Écrevisse de Louisiane (*Procambarus clarkii*) au sein du Parc naturel régional de la Brenne

## Le projet

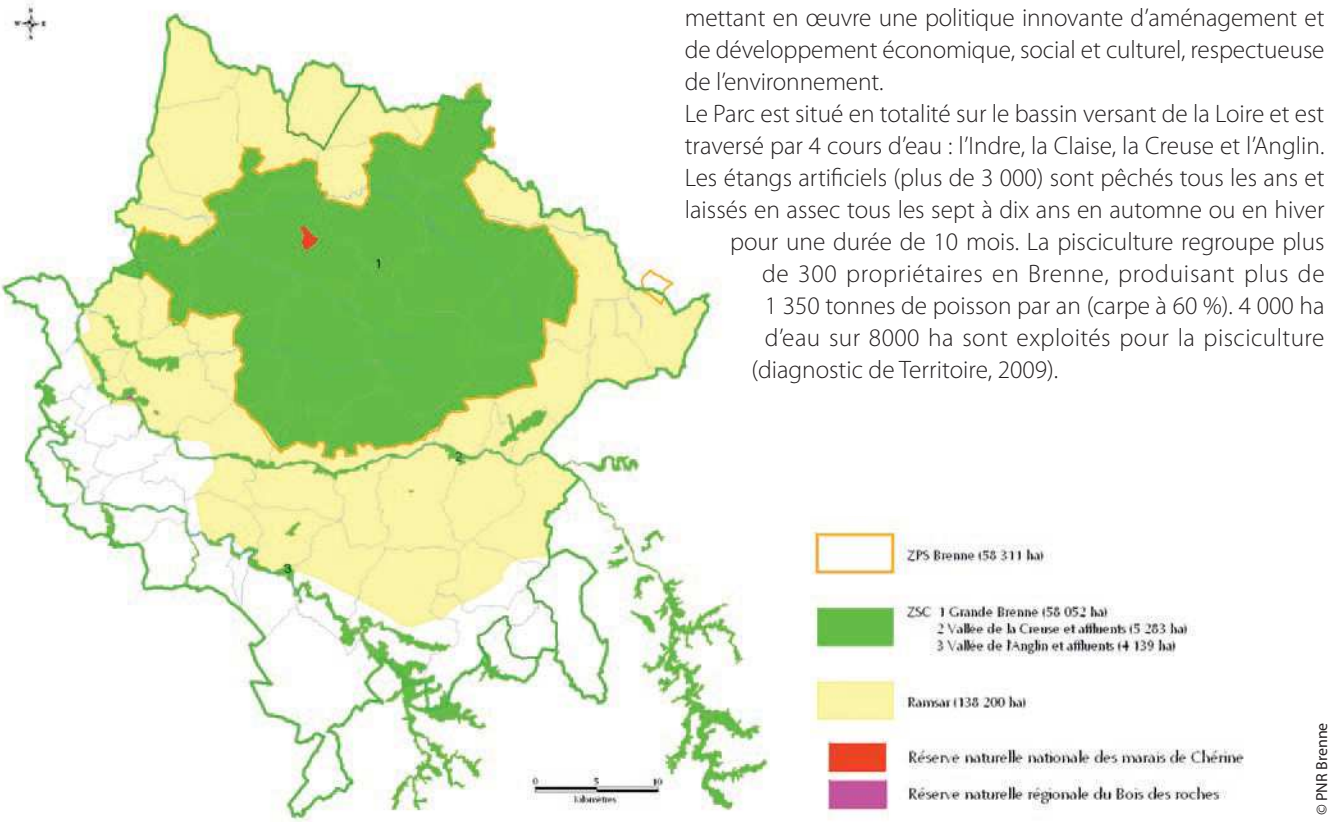
- **Localisation :** région Centre – Val de Loire
- **Maître d'ouvrage :** Parc naturel régional de la Brenne
  Partenaires : acteurs territoriaux, chercheurs et scientifiques (Université de Poitiers)
- **Contact :** Aurore Coignet, chargée de mission espèces exotiques envahissantes
- **Financeurs :** 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)
- **Milieux 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 connaitre 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.

© PNR Brenne

Nasse utilisée pour le piégeage de l'Écrevisse de Louisiane.

## Résultats et bilan

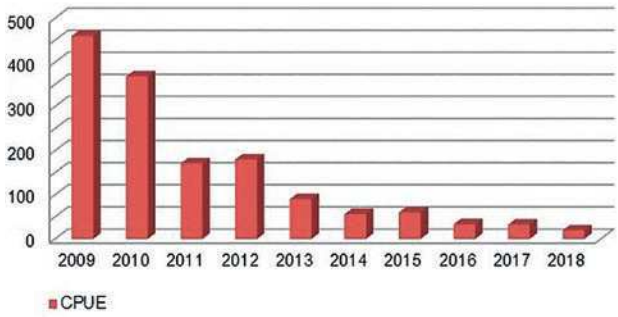
### *Résultats globaux du piégeage*

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)***

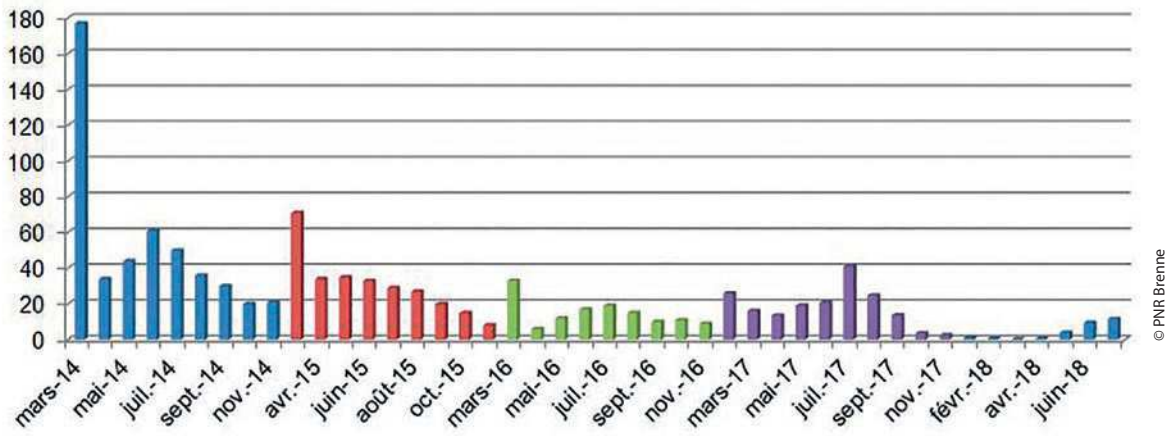


© PNR Brenne

### *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'empoissonnement 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 natures 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.