



Aborder la gestion conservatoire en faveur des Odonates

Guide technique



Octobre 2016

opie
OFFICE POUR LES INSECTES
ET LEUR ENVIRONNEMENT



Remerciements

L'Opie souhaite vivement remercier les gestionnaires qui ont accepté de répondre à nos questions et qui nous ont fourni de nombreux documents permettant d'enrichir ce guide : Luc BETTINELLI (Cen Franche-Comté), Loïc BOULARD (PNR des Boucles de la Seine normande), Julien DABRY (Cen Lorraine), Jean-Michel FATON (Réserve naturelle nationale des Ramières du Val de Drôme), Philippe LAMBRET (Amis des Marais du Vigueirat), Jérémy LEBRUN (Cen Picardie), Thomas MAGNIN-FEYSOT (PNR Haut-Jura), Yohan MORIZET (Indre Nature), Thanh-Chi NGUYEN (ADASEA 32), Réserve naturelle nationale du Val de Loire (Cen Bourgogne et Cen Centre-Val de Loire), Bruno SCHIRMER (Cen Allier), Adrien SIMON (Cen Haute-Normandie) et André ULMER (FRAPNA).

Merci également aux relecteurs qui ont consacré du temps à relire ce document.

Relecture

Michel BRULIN (Opie - groupe de travail Benthos), Jean-Louis DOMMANGET (Société française d'Odonatologie), Alain DUTARTRE (membre de l'équipe animatrice et coordinatrice du Groupe de travail national Invasions Biologiques en Milieux Aquatiques - GT IBMA), Xavier HOUARD (Opie), Stéphane JAULIN (Opie), Samuel JOLIVET (Opie), Philippe LAMBRET (Société française d'Odonatologie - Centre de recherche de la Tour du Valat), Bastien LOUBOUTIN (Opie) et Emmanuelle SARAT (chargée de mission Espèces exotiques envahissantes pour le Comité français de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature - membre de l'équipe animatrice et coordinatrice du Groupe de travail national Invasions Biologiques en Milieux Aquatiques - GT IBMA).

Crédits photographiques et illustrations

1^{ère} de couverture : *Sympetrum depressiusculum* © Philippe Lambret et travaux de restauration du bas marais du Crossat (Doubs) © RNN du Lac de Remoray.

4^{ème} de couverture : Jean-Pierre BOUDOT, Christophe BROCHARD, Guillaume DOUCET, Jean-Michel FATON, GIP Loire estuaire, Xavier HOUARD, Philippe LAMBRET et Pôle Relais Tourbières.

Pages intérieures : AquaTerra Solutions, Gaëtan BALAY, François BOURGEOT, Christophe BROCHARD, Véronique BRONDEAU - CU GPS&O, Cen Basse-Normandie, Cen Lorraine, Hubert D'HONDT, Jean-Louis DOMMANGET, Jean-Michel FATON, Maxime FERRAND, GIP Loire estuaire, Xavier HOUARD, Raphaëlle ITRAC-BRUNEAU, Philippe LAMBRET - Amis des Marais du Vigueirat, Jérémy LEBRUN, Arnaud LE NEVE, Laurence LE POGAM, Bastien LOUBOUTIN, Jean-Marc LUSTRAT, Florence MERLET, Gabriel MICHELIN, Renaud PUISSAUVE, Jean-Noël RESCH, RNN du Lac de Remoray, Alexandre RUFFONI, Rachel SICCARD et Aurélie SOISSONS.

Base graphique des illustrations : Courtesy of the Integration and Application Network, University of Maryland Center for Environmental Science (ian.umces.edu/symbols/).

Rédaction et mise en page

Florence MERLET et Raphaëlle ITRAC-BRUNEAU, Opie.

Direction de publication

Samuel JOLIVET, Opie

Référencement proposé

MERLET, F. & ITRAC-BRUNEAU, R., 2016. *Aborder la gestion conservatoire en faveur des Odonates. Guide technique*. Office pour les insectes et leur environnement & Société française d'Odonatologie. Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement Hauts de France. 96 pp.

Guide rédigé dans le cadre du Plan national d'actions en faveur des Odonates | www.odonates.pnaopie.fr



Table des matières

Introduction	5
Les Odonates	
Entre vie aquatique et vie terrestre	7
Habitats et espèces : des associations variées	8
Habitat des larves	8
Habitat des adultes	9
L'essentielle diversité des milieux de vie	9
Importance de l'ensoleillement	10
Les grands types d'habitats aquatiques des libellules en France	11
Eaux courantes (milieux lotiques)	11
Eaux stagnantes (milieux lentiques)	12
Annexes hydrauliques	13
Anticiper les actions	
Quel type de gestion choisir ?	14
Non-intervention	14
Entretien durable, gestion régulière	14
Restauration	14
Réhabilitation, réaffectation, création	15
Diagnostic, suivi et évaluation	17
Le diagnostic initial, une étape clé	17
Le suivi des travaux	18
L'évaluation de la mesure	18
La réglementation	20
Statuts réglementaires des espèces	20
Périmètres réglementaires liés à la protection des espaces	21
Loi sur l'eau	24
Autres réglementations à prendre en compte	25
S'appuyer sur le réseau d'acteurs	26
Aspect financier	27
Évaluation des coûts d'une action	27
Sources possibles de financements	27
Bilan : principales étapes pour mener à bien une action de gestion	29

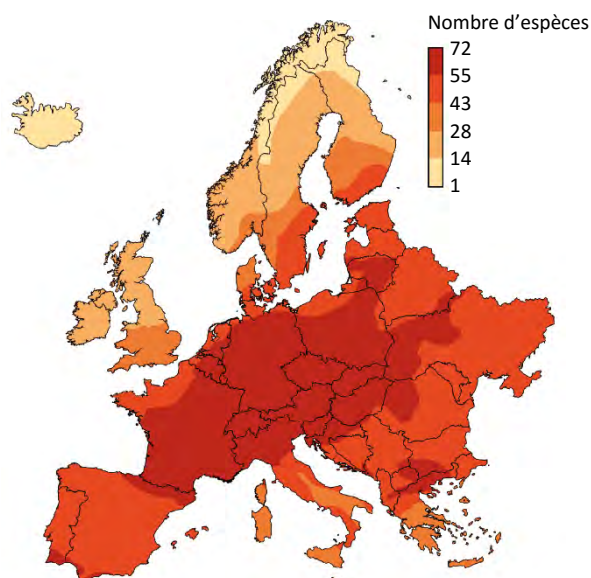
Fiches actions

Comment utiliser ce guide : méthodologie de choix des actions	30
Connaître son site et les exigences des espèces cibles.....	30
Choix des actions à mettre en place.....	30
Leviers d'action.....	32
Organisation des fiches actions.....	32
1. Curage.....	33
2. Creusement	39
3. Étrépage et décapage.....	45
4. Apports de matériaux.....	50
5. Gestion de la qualité de l'eau.....	55
6. Gestion hydraulique	58
7. Gestion de la végétation aquatique	63
8. Gestion de la végétation terrestre et des berges.....	67
9. Semis, plantations, génie végétal.....	74
10. Gestion des espèces indésirables.....	79
Conclusion.....	85
Bibliographie.....	86

Introduction

La Liste rouge européenne (KALKMAN *et al.*, 2010) considère 15 % des Odonates comme menacés d'extinction. En France métropolitaine, ce chiffre se confirme, incluant 2,2 % d'espèces disparues (UICN *et al.*, 2016). Il s'élève à près d'un tiers des espèces (29,2 %) si l'on prend également en compte les taxons quasi-menacés.

Ce résultat est à mettre en parallèle avec la richesse de notre territoire. En effet, avec ses faciès d'habitats et ses climats variés, la France possède la plus grande richesse spécifique d'Europe. C'est aussi, avec l'Espagne, le pays européen qui accueille le plus d'espèces endémiques (8 espèces). L'impact que pourrait avoir la disparition de ces dernières est donc d'autant plus important et contribue à la forte responsabilité de notre pays quant à leur conservation.



Carte de richesse spécifique des Odonates en Europe (plaquette PNA Odonates).

Les menaces qui pèsent sur les libellules sont la conséquence directe ou indirecte de l'augmentation et de l'intensification des activités humaines. C'est ainsi qu'au cours du siècle dernier, la superficie des zones humides françaises a diminué de plus de 50 %. De plus, cette destruction s'est accompagnée d'une dégradation de la qualité des milieux. L'artificialisation (urbanisation, intensification agricole...) constitue le principal phénomène responsable, mais on peut également citer des modes de gestion inadaptés, l'introduction d'espèces animales et végétales non autochtones et les nombreuses formes de pollution comme autres causes.

Travaux pour une piste de ski.



Afin d'amoindrir au maximum ces menaces qui pèsent sur ces espèces emblématiques des zones humides, un Plan national d'actions (PNA) a été mis en place pour les Odonates en 2010 (DUPONT, 2010). Déployé sur l'ensemble du territoire métropolitain, il vise à œuvrer pour la préservation des libellules et de leurs habitats en favorisant leur étude et leur prise en compte dans les politiques publiques. Pour atteindre ces objectifs, il s'articule autour de trois principaux axes opérationnels qui sont l'amélioration des connaissances, la consolidation de l'état de conservation des espèces menacées ainsi que la sensibilisation et la formation à la préservation des Odonates.

Le PNA cible 18 espèces considérées comme prioritaires à l'échelle de la France du fait de leur intérêt patrimonial (espèces protégées et/ou menacées). Cependant, le reste de l'odonatofaune est également pris en compte. Plus de 40 autres libellules, menacées à des échelles plus locales ou jugées d'intérêt patrimonial régional, ont été incluses dans les déclinaisons régionales du Plan et bénéficient ainsi directement des actions entreprises dans le cadre du PNA. De même, afin de suivre l'ensemble de la faune des Odonates, un protocole national a été mis en place.

Parce qu'elles sont caractéristiques de l'état de santé des zones humides, déployer une action de gestion en faveur des libellules permet d'agir sur certains compartiments des écosystèmes. Bien sûr, il n'est pas question ici de négliger les autres composantes de l'écosystème d'un site, mais la présence de libellules doit motiver le gestionnaire à mieux les intégrer dans leurs documents de gestion, même en l'absence d'espèces bénéficiant d'une protection réglementaire.

Afin de prendre en compte l'ensemble de la faune odonatologique, ce guide est donc construit autour d'un tableau à double entrées : « habitats d'Odonates » versus « dégradations » renvoyant à des actions de gestion (cf. page 31).

Le lecteur trouvera au fil des pages de ce guide des éléments qui lui permettront de mettre en place des actions en faveur des Odonates. En premier lieu est abordé un rappel sur le cycle de vie des Odonates, les grands types d'habitats sur lesquels ils se développent et les paramètres qui influencent l'installation et le maintien d'une espèce dans une zone humide. Dans un second temps, les éléments indispensables à prendre en compte avant de se lancer sont développés : différents types de gestion possibles, réglementation, une liste des acteurs et des financements mobilisables, et bien entendu, des indications concernant le suivi de l'action de gestion. Enfin, ce guide propose une liste de dix fiches actions organisées en fonction du type de milieu et des dégradations constatées.

Pour permettre au lecteur d'aller plus loin dans sa démarche, les références bibliographiques de chaque thématique sont compilées. En fin d'ouvrage, se trouvent les références complètes accompagnées, s'ils existent, des liens de téléchargement vers les documents consultés.

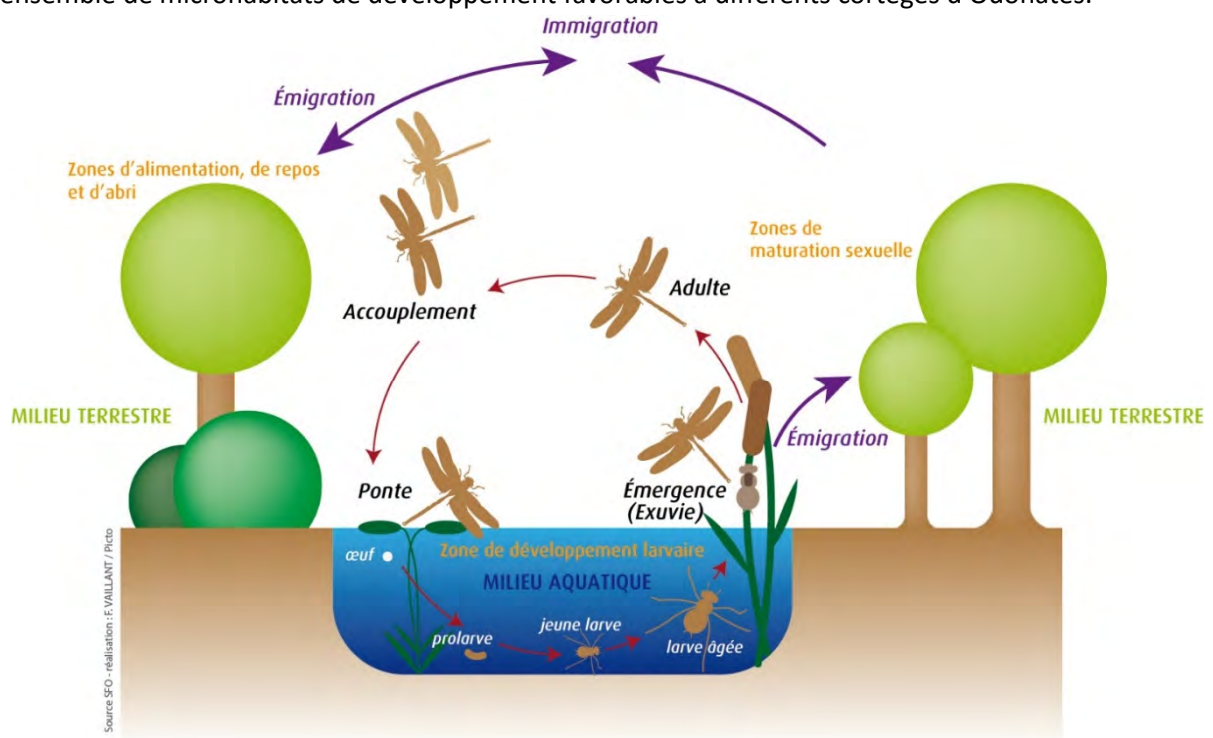


Les Odonates

Entre vie aquatique et vie terrestre

Les Odonates, communément appelés « libellules », sont des insectes aquatiques dont la diversité des espèces et la dynamique des populations sont révélatrices du fonctionnement complexe des zones humides : c'est un groupe « intégrateur » qui réagit aux nombreux paramètres de son milieu. La larve se développe dans l'eau et met selon les espèces plusieurs mois voire quelques années pour devenir un adulte volant qui ne vivra généralement que quelques semaines. Larves comme adultes sont exclusivement prédateurs.

Vivant à l'interface entre vie aquatique et vie terrestre, ces invertébrés dépendent de la qualité des habitats liés à la présence d'eau douce (parfois saumâtre). Les habitats de développement des Odonates peuvent se diviser en deux grandes catégories de milieux aquatiques : les milieux lenticques (eaux stagnantes) et les milieux lotiques (eaux courantes). Viennent ensuite d'autres éléments fondamentaux déterminant la présence des libellules tels que la permanence de l'eau, les végétations aquatiques et rivulaires et la chimie de l'eau. Chacun de ces grands types de milieux renferme donc plusieurs formes d'habitats (rivières, ruisseaux, sources, mares, étangs...) qui constituent chacun un ensemble de microhabitats de développement favorables à différents cortèges d'Odonates.



Cycle de vie des Odonates (OPIE & SFO, 2012).

L'exuvie, témoin de la transition entre les phases aquatiques et terrestres de la libellule.



Le milieu terrestre environnant le milieu aquatique est également très important pour le développement des Odonates. En effet, il fait entièrement partie de l'habitat des libellules qui le parcourent à l'état adulte, notamment pour chasser, se reposer ou se déplacer d'un site à l'autre. Certaines espèces sont plutôt forestières, alors que d'autres affectionnent davantage les prairies ouvertes. Le contexte paysager dans lequel s'inscrivent les zones humides influence donc les cortèges d'Odonates et peut également conditionner les paramètres écologiques des milieux aquatiques tels que la physico-chimie de l'eau et l'ombrage (le réchauffement rapide de la masse d'eau et de l'ensemble du milieu à la suite de la période hivernale est important pour leur développement).

Habitats et espèces : des associations variées

Habitat des larves

Les larves sont toutes dépendantes de conditions biologiques et physiques particulières du milieu aquatique dans lequel elles vivent. Certaines espèces se développent en eau courante (sources, ruisseaux, rivières, fleuves...), et d'autres en eau stagnante (mares, étangs, lacs, tourbières...). La permanence de l'eau constitue également un facteur déterminant pour de nombreuses espèces, bien que certaines puissent supporter un assèchement de leur habitat ou de fortes variations du niveau d'eau (telles que *Ischnura pumilio*, *Lestes dryas*, *Somatochlora arctica* ou *Sympetrum depressiusculum*). Les niveaux d'exigences quant à ces conditions sont plus ou moins forts suivant les espèces, selon leur degré de sténoécie.

Les paramètres biologiques

Chez certaines espèces, la végétation aquatique ou des berges est le lieu de la maturation des œufs. Après l'éclosion, les végétaux aquatiques offrent support et abri aux larves à tous leurs stades de développement et constituent ainsi une composante déterminante de l'habitat larvaire. Les larves ont également besoin de trouver des proies en quantité suffisante dans leur environnement immédiat afin de garantir leur pleine croissance.

Larve de *Coenagrion ornatum*, sur la plante aquatique qui lui sert de support.



Les paramètres de l'habitat

Les paramètres influençant la phase larvaire se divisent en deux catégories : ceux qui concernent le biotope au sein duquel les larves évoluent (paramètres morphologiques) et ceux qui touchent les caractéristiques intrinsèques de l'eau (paramètres physico-chimiques).

Les caractéristiques morphologiques du milieu aquatique (superficie, profondeur, profil des berges, substrat du fond...) sont importantes. Certaines espèces recherchent par exemple des pentes douces. Le profil influe également sur le fonctionnement hydraulique (vitesse du courant) et le développement de la végétation. D'autres paramètres déterminent la présence des espèces au sein d'un habitat, tels que le type de substrat (sable, vase, débris végétaux...), les variations du niveau d'eau (certaines espèces sont adaptées à de fortes variations saisonnières), ou encore le caractère temporaire des eaux.

Selon les espèces, les libellules sont plus ou moins sensibles aux paramètres physico-chimiques de l'eau (oxygène dissous, nutriments, matières organiques, température, turbidité, pH...). Par exemple, quelques espèces supportent les eaux acides des tourbières et d'autres recherchent les eaux fraîches des milieux d'altitude (*Coenagrion hastulatum*, *Sympetrum danae* ou encore *Somatochlora alpestris*). Enfin, la végétation des berges crée de l'ombrage et modifie le substrat et la quantité de matières organiques dissoute dans l'eau par la dégradation des éléments (feuilles mortes, branchages). Ceci a une influence sur certains paramètres physiques du milieu aquatique énoncés précédemment.

Les microhabitats

Ces différents paramètres varient entre grands types d'habitats, mais aussi de manière plus fine localement : ils définissent dans un même milieu divers « microhabitats ». Ceux-ci sont essentiels pour maintenir une importante diversité odonatologique : un milieu hétérogène permet à de nombreuses espèces (aux exigences différentes) d'y trouver les conditions qui leur sont favorables. Ainsi la gestion des habitats en faveur des Odonates doit tenir compte de ces paramètres.

Habitat des adultes

Les adultes ont besoin, outre de proies, de perchoirs et d'abris que la végétation environnante peut leur fournir. Plus celle-ci sera variée, plus elle pourra satisfaire aux besoins d'aires de repos ou de refuge, de nourrissage, de surveillance ou d'accouplement. En fonction des exigences comportementales des espèces, il est possible de leur associer des habitats caractéristiques. Les odonatologues se servent de ces habitats pour orienter leurs recherches sur le terrain.

L'essentielle diversité des milieux de vie

Pour assurer les phases « clés » de leur développement, les Odonates ont besoin d'une diversité de milieux dans un périmètre plus ou moins grand autour du site d'émergence. Entre habitats larvaires et habitats des adultes, une multitude d'interactions est donc possible en fonction des espèces. Les zones humides, associant milieu aquatique et gradient de végétation terrestre plus ou moins hygrophile, offrent aux libellules tous les éléments leur permettant d'assurer la totalité de leur cycle de vie.

Toutes les espèces de libellules n'ont pas les mêmes besoins. Un habitat sera favorable pour une espèce donnée s'il offre une continuité dans l'espace et dans le temps des paramètres qui conditionnent le bon déroulement de l'ensemble de son cycle de développement. Certaines espèces sont très exigeantes quant à ces conditions alors que d'autres sont plus généralistes. C'est pour cette raison que les libellules sont utilisées par les écologues comme des « bio-informateurs » caractéristiques de l'état de santé des zones humides.

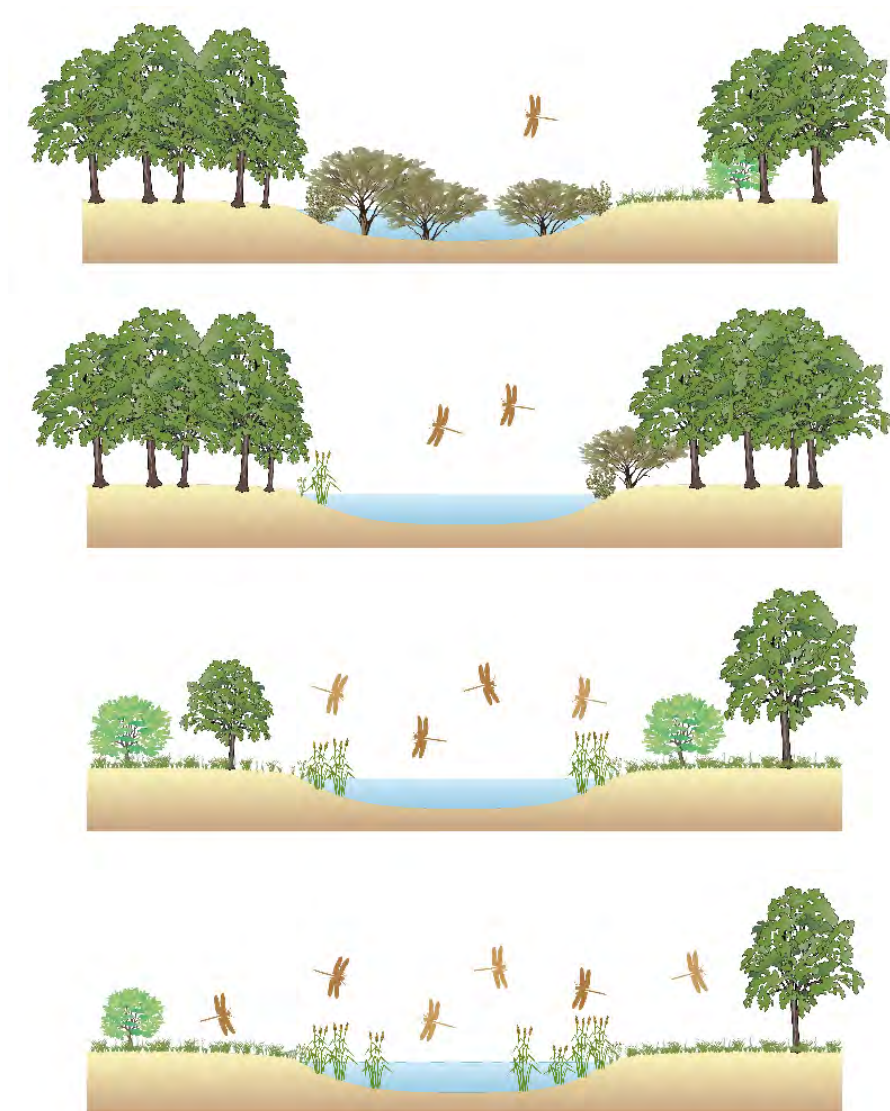
L'étude des Odonates par cortège permet également de ne pas se focaliser sur les exigences d'une seule espèce mais de considérer l'ensemble du groupe.



Importance de l'ensoleillement

D'une manière générale, les Odonates sont sensibles à l'ensoleillement. Ce sont des animaux ectothermes, c'est-à-dire dont la température corporelle dépend de celle du milieu extérieur. Au retour des beaux jours, l'accès à la lumière favorise le réchauffement rapide de la masse d'eau et des milieux connexes au sein desquels évoluent les libellules, favorisant leur retour à l'activité. De même, lorsqu'un milieu est baigné de lumière, le développement de la végétation est facilité et fournit alors plus de supports disponibles pour les larves (protection, affût, émergence) et les adultes (perchoir). Pour ces raisons, l'ensoleillement d'un site conditionne le peuplement odonatologique et généralement, plus le milieu est ouvert et ensoleillé, plus la diversité sera grande.

Chez certains Anisoptères, l'ensoleillement conditionne également le comportement des adultes : lorsque le milieu est ensoleillé, les mâles « patrouillent » inlassablement leur territoire à la recherche d'une partenaire potentielle. Dès que le soleil disparaît, les mâles se posent rapidement sur un perchoir en attendant les prochains rayons.



*Diversité odonatologique en fonction du degré d'ouverture en contexte forestier.
D'après ARNALBOLDI & ALBAN, 2006.*

Les grands types d'habitats aquatiques des libellules en France

On retrouve des libellules sur un grand nombre de zones humides. Suivant leurs préférences écologiques, on peut distinguer différents types de milieux auxquels les espèces sont plus ou moins inféodées selon leur degré de spécialisation.

Nous n'aborderons ici que les grands milieux au sein desquels les larves se développent (les torrents et les zones rapides des cours d'eau ne sont donc pas évoqués). Bien entendu, en fonction des conditions fines de l'habitat, toutes les espèces susceptibles de s'y trouver ne sont pas nécessairement présentes. Pour connaître les exigences écologiques précises de chaque espèce, nous vous conseillons de vous reporter à la bibliographie (page 86), et notamment de consulter les ouvrages de référence GRAND & BOUDOT (2006) et HEIDEMANN & SEIDENBUSCH (2002) dont ce chapitre est en partie inspiré.

Eaux courantes (milieux lotiques)

Des zones de sources à l'amont aux grands fleuves tranquilles à l'aval, les eaux courantes renferment de nombreux faciès, qui, selon leurs compositions (substrats, écoulements, végétation...), accueillent une faune plus ou moins spécialisée.

Sources, suintements, très petits et petits cours d'eau

L'habitat typique de *Coenagrion ornatum* en Bourgogne : un petit ru ensoleillé et riche en végétation.



Parmi eux, on peut distinguer les sources et suintements des têtes de bassins, caractérisés par des eaux fraîches, souvent faiblement courantes, pauvres en nutriments et en matières organiques (sauf en cas de perturbation locale) et bien oxygénées. En zone méditerranéenne, on peut notamment retrouver dans ces milieux *Coenagrion caerulescens*. D'autres agrions (*C. mercuriale* et *C. ornatum* par exemple), se développent directement en aval des têtes de bassins, dans les petits cours d'eau bien ensoleillés et riches en végétation aquatique.

Moyens, grands et très grands cours d'eau

Les méandres des fleuves ou des rivières créent des zones plus calmes et plus profondes où le courant est ralenti et où les dépôts de sédiments et les embâcles facilitent l'accumulation de débris végétaux, offrant ainsi des habitats favorables au développement de certains Odonates. Les espèces liées à ces grands types de milieux sont associées à la dynamique de l'hydrosystème fluvial. C'est notamment le cas de certains gomphes (*Gomphus flavipes* ou *Ophiogomphus cecilia*) dont les larves vivent plus ou moins enfouies sur les bancs de sédiments.

Certaines espèces, telles que *Oxygastra curtisii* et *Gomphus graslinii* sont liées à des cours d'eau plus lents. La première utilise les chevelus racinaires des arbres rivulaires comme habitat larvaire. La seconde peut être favorisée par les zones sableuses, si possible recouvertes de débris végétaux qui génèrent des microhabitats larvaires propices. En domaine méditerranéen, les cours d'eau ont un régime de crues et d'étiage particulièrement marqué, ce qui a un caractère limitant sur les peuplements.

Les bancs de sable de l'Allier abritent plusieurs espèces d'intérêt communautaire.



Eaux stagnantes (milieux lentiques)

80 % des espèces d'Odonates de la faune de France métropolitaine fréquentent les eaux stagnantes. Ces derniers renferment un grand nombre de milieux aux caractéristiques variées : mares, étangs, lacs, tourbières, marais...

Lacs, étangs et mares permanents



Ils forment, à travers tout le territoire, un important réseau d'habitats aux paramètres variés (superficie, profondeur, végétation, pente...). Bien que les mares tendent globalement à disparaître (par dynamique naturelle d'atterrissement ou comblement d'origine anthropique), elles abritent de nombreuses espèces qui y trouvent là les conditions favorables à leur installation. Les masses d'eau plus importantes telles que les étangs et les lacs sont généralement colonisés par des espèces différentes, adaptées à des eaux plus froides et à la présence d'autres prédateurs (poissons en particulier).

Étangs et mares temporaires

Le caractère temporaire de certains milieux est un facteur très limitant pour les libellules. En effet, seules certaines espèces sont capables de survivre à des périodes d'assec plus ou moins prolongées. Certains Odonates sont bien adaptés à ces conditions difficiles. On peut citer les lestes (et en particulier *Lestes barbarus*), mais aussi des espèces dites pionnières qui possèdent une forte capacité de dispersion et un cycle de développement rapide (*Ischnura pumilio*, *Sympetrum meridionale* et *S. fonscolombii* par exemple).

Marais méditerranéen à *Lestes macrostigma*.



Certains milieux aquatiques, permanents ou temporaires, présentent des **eaux saumâtres** qui ajoutent une **contrainte supplémentaire** pour les espèces qui les peuplent. Les libellules capables de s'y développer doivent donc y être adaptées. C'est le cas de *Lestes macrostigma*, inféodé aux marais saumâtres atlantiques et méditerranéens. Près des côtes, les eaux des lagunes se chargent en sel par les échanges hydrauliques qu'elles entretiennent avec le milieu marin, tandis qu'à l'intérieur des terres certains types de milieux aquatiques peuvent arborer des eaux saumâtres à cause de mécanismes géologiques locaux particuliers. Le degré de salinité varie de manière importante au cours de la saison et d'une année sur l'autre, en fonction des pluies, si bien que le cortège odonatologique fluctue également. Plus la zone humide est asséchée et plus la concentration en sel de l'eau est élevée. Au-delà de 16 g/L, plus aucune libellule d'Europe occidentale ne peut se reproduire dans ces eaux.



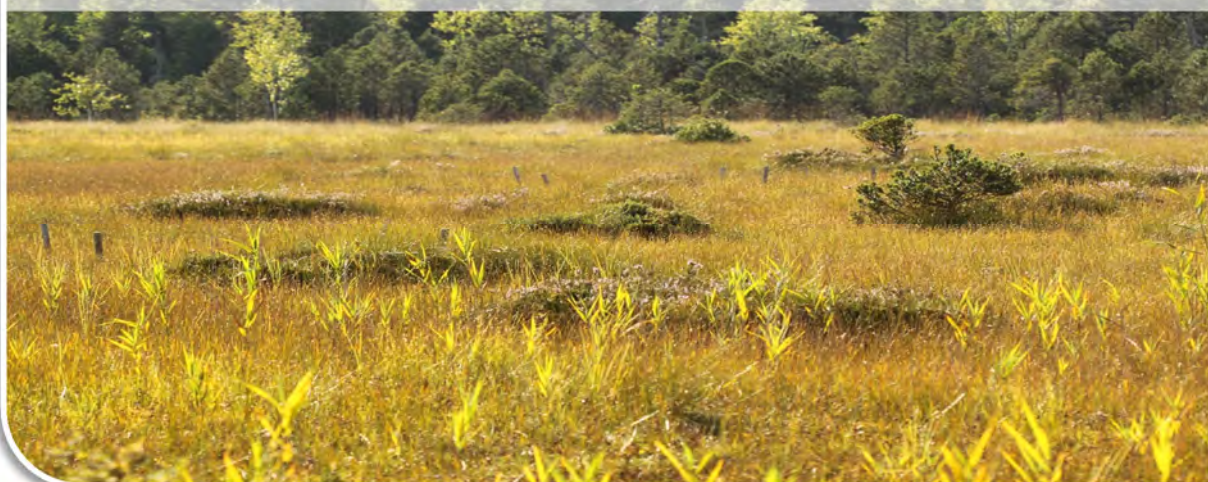
Marais, prairies humides, zones littorales des plans d'eau

Les formations herbacées dominent généralement ces zones humides. Petits et grands héliophytes, plantes à fleurs adaptées à des sols gorgés d'eau s'y développent alors abondamment. Le niveau d'eau peut y être variable et suit généralement celui de la nappe. Lorsque celle-ci affleure, de petits plans d'eau se forment dans les dépressions. Ces milieux sont souvent asséchés en période d'étiage, parfois pendant plusieurs mois. Certaines espèces bien adaptées aux assecs, comme les lèstes, peuvent se développer dans les zones basses qui restent en eau plus longtemps. Les libellules des habitats aquatiques environnants se servent également de ces espaces comme zones de repos et de chasse.

Tourbières à sphaignes et milieux acides associés

Ce sont des zones humides dont les sols sont gorgés d'eau. La nappe phréatique y est affleurante au moins la moitié de l'année, privant le sol d'oxygène et empêchant ou ralentissant fortement la dégradation des matières organiques. On peut retrouver ces formations à différentes altitudes. Certaines espèces d'Odonates supportent bien les conditions difficiles de ces habitats aux eaux acides (on retrouve fréquemment *Coenagrion hastulatum*, *Libellula quadrimaculata*, *Sympetrum danae*...) et certaines y sont même strictement inféodées, telles que *Somatochlora alpestris*, *Leucorrhinia dubia* et *Aeshna subarctica elisabethae*.

La tourbière du Frasne, en Franche-Comté.



Annexes hydrauliques

Dans les zones de liberté des cours d'eau, leurs divagations laissent derrière eux des habitats diversifiés. Bras connectés ou non au cours principal, mares et chenaux liés aux régimes des crues sont autant d'habitats singuliers propices à l'installation et au développement des Odonates. Les conditions qui y règnent y sont complexes et combinent les caractéristiques des milieux lotiques et lentiques environnants. Si le régime de perturbation hydraulique n'est pas limitant, les peuplements odonatologiques sont donc constitués d'un assemblage d'espèces associées à ces deux types de régime.



Pour en savoir plus...

BENSETTITI & GAUDILLAT, 2002 ; BOUDOT & DOMMANGET, 2012 ; CONSERVATOIRE D'ESPACES NATURELS DU LIMOUSIN, 2012 ; CORBET, 1999 ; DIJKSTRA & LEWINGTON, 2007 ; DOMMANGET, 1998 ; DOUCET, 2016 ; DUPONT *et al.*, 2010 ; FORUM DES MARAIS ATLANTIQUES, 2013 ; GENTY, 2012 ; GRAND & BOUDOT, 2006 ; GTCLS (collectif), 2013 ; HEIDEMANN & SEIDENBUSCH, 2002 ; HENTZ *et al.*, 2011 ; HOUARD & BOUGET, 2015 ; KALKMAN *et al.*, 2010 ; KIRBY, 2013 ; LOUVEL *et al.*, 2013 ; MERLET *et al.*, 2012 ; OERTLI & FROSSARD, 2013 ; OPIE & SFO, 2012 ; WENDLER & NÜSS, 1997 ; WILDERMUTH & KÜRY, 2009.



Anticiper les actions

Quel type de gestion choisir ?

Une action de gestion répond à un besoin que le gestionnaire a identifié pour que le milieu naturel concerné se rapproche des objectifs fixés. Il peut en être plus ou moins éloigné (dégradé, stade trop avancé de végétation...). En fonction de cette différence entre état actuel et état souhaité, plusieurs possibilités s'offrent au gestionnaire, des opérations des plus faciles à mettre en œuvre aux plus complexes et des plus légères aux plus impactantes. D'une manière générale, il vaut mieux privilégier les actions les plus légères possibles si celles-ci permettent d'atteindre les objectifs fixés.

Les paragraphes suivants détaillent chaque type de gestion classés en fonction de leur degré d'impact sur le milieu. La figure présentée en page 16 récapitule ensuite la démarche permettant de choisir le type de gestion à appliquer selon le niveau de dégradation.

Non-intervention

La non-intervention est parfois négligée par les gestionnaires. Il s'agit pourtant d'un type de gestion à part entière qui doit être envisagé dès que le milieu est dans un état de conservation jugé acceptable ou lorsque les dynamiques naturelles pourront conduire, sans intervention humaine, à l'état recherché. Ce choix peut permettre de maintenir une forte naturalité de l'habitat, en particulier dans les milieux non ou peu perturbés et à évolution lente (cas par exemple des tourbières d'altitude). Dans ce cas, seule une protection des habitats et des microhabitats favorables (notamment contre le piétinement) est nécessaire. Sans doute moins rapide mais moins onéreuse et tout aussi efficace, la non-intervention peut également être une alternative à la végétalisation des berges, par semis ou plantation.

Entretien durable, gestion régulière

Dans de nombreux cas, le milieu correspond aux objectifs fixés par le gestionnaire, mais cet état n'est pas stable et nécessite donc un entretien régulier. Il est possible de citer l'évolution naturelle de la végétation qui tend à fermer les milieux, alors que le gestionnaire souhaite en maintenir l'ouverture. La mise en place d'un pâturage extensif ou d'une fauche régulière s'inscrit dans ce type de gestion.

Restauration

La restauration est nécessaire lorsque le milieu se trouve dans un état jugé « défavorable » aux enjeux de conservation, mais qui pourrait être amélioré moyennant une intervention légère. Dans ce cas, une petite intervention doit permettre de retrouver un état proche de celui qui existait avant dégradation ou évolution spontanée. Le curage d'une mare en partie comblée ou le dessouchage de saules constituent en ce sens des opérations de restauration.

Réhabilitation, réaffectation, création

Lorsque l'habitat apparaît comme fortement dégradé et de manière irréversible, la restauration ne sera alors plus possible. Dans ce cas, une intervention plus lourde sera nécessaire. Deux possibilités se présentent alors au gestionnaire : recréer un milieu le plus proche possible de celui qui existait avant la dégradation (réhabilitation), ou créer un nouveau milieu favorable à la biodiversité mais sans lien avec ce qui existait historiquement (réaffectation). Le choix doit se faire en fonction des objectifs de biodiversité sur le site, du contexte local (paysager, culturel...) et des moyens disponibles. Par exemple, dans une tourbière très dégradée, une réhabilitation est peu envisageable (milieu impossible à créer artificiellement et à évolution naturelle très lente), mais plusieurs réaffectations sont possibles : la mise en eau (pour obtenir un étang), la création de prairies humides ou l'évolution vers des boisements. La création d'habitats nouveaux (une mare dans une prairie par exemple) se rapproche de la réaffectation et doit donc être envisagée de la même manière.

Le cas particulier des réintroductions



Il s'agit d'opérations de gestion visant directement l'espèce cible et non pas son habitat, mais qui ne doivent jamais être dissociées d'une prise en compte du milieu. Il s'agit d'une action extrême, à n'envisager que dans certaines conditions. Avant de concevoir une opération de réintroduction, il faut étudier les causes de disparition, le contexte génétique et s'assurer que le milieu est parfaitement favorable afin qu'il réponde à toutes les exigences de l'espèce, et notamment sa reproduction. Des essais de réintroduction d'Odonates ont été menés sur des milieux fraîchement restaurés. Une expérimentation sur l'Agrion de Mercure (*Coenagrion mercuriale*) dans le sud de l'Angleterre a ainsi montré que si le milieu est maintenu favorable, il est alors possible d'espérer une installation durable de la population. Cependant, même en cas de succès apparent l'année suivant une réintroduction, une dégradation du milieu peut conduire à un effondrement de la population fraîchement installée. Il est donc impératif de mettre en place une gestion permettant de

maintenir durablement l'habitat favorable. Enfin, pour mener une telle opération, il faut veiller à l'origine des individus importés. En effet, il faut privilégier une cohérence génétique en effectuant les prélèvements sur une population située la plus proche possible géographiquement du site d'introduction. De plus, les prélèvements ne doivent pas affecter la population d'origine.

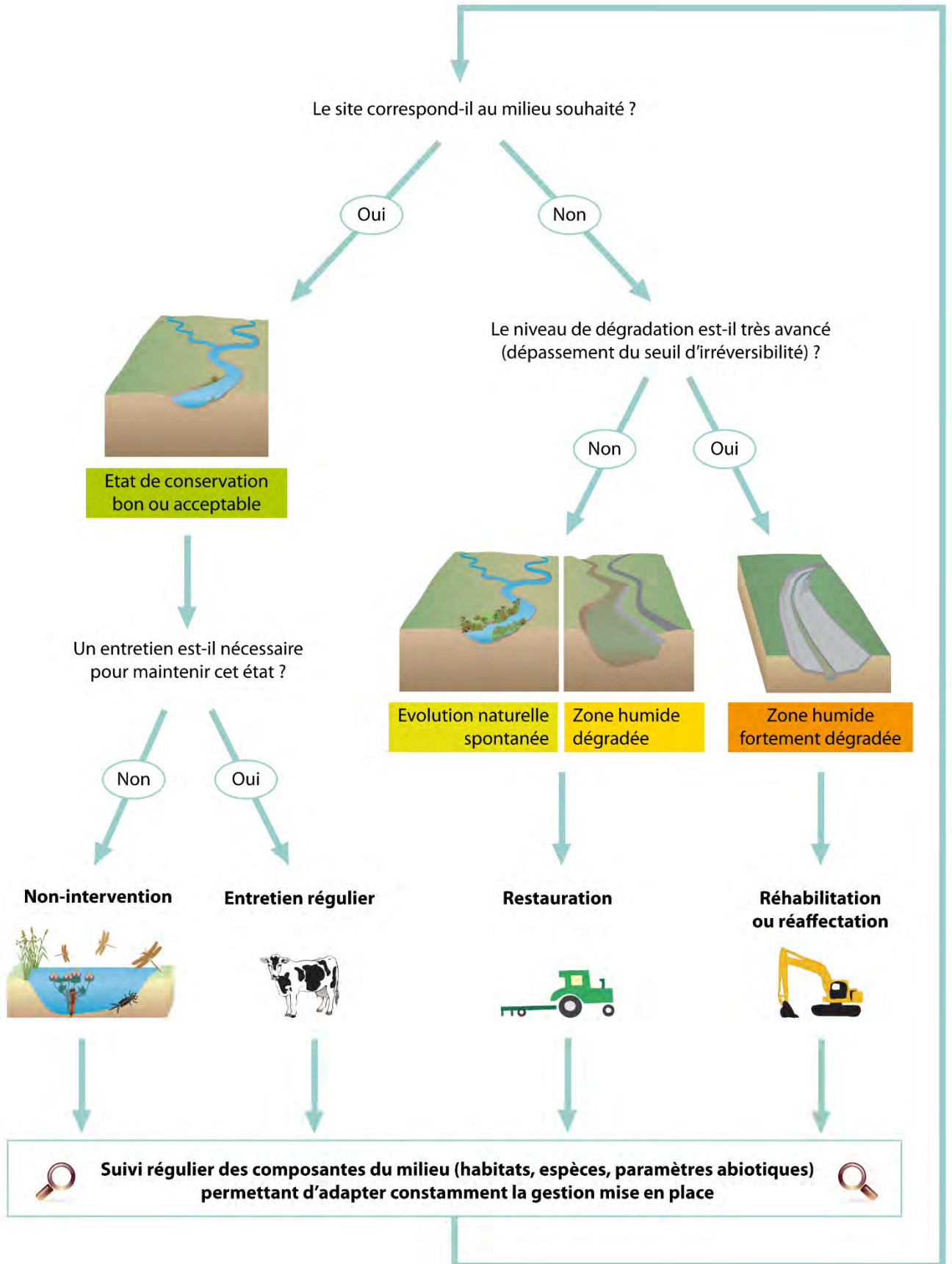
S'agissant d'une mesure très spécifique, les réintroductions ne sont pas traitées dans ce guide.

Mâle de *Coenagrion mercuriale*.



Pour en savoir plus...

ANRAS, 2009 ; ARNABOLDI *et al.*, 2006 ; CERESA, 2012 ; CHOCAT *et al.*, 2013 ; CHOLET & MAGNON, 2010 ; DOMMANGET, 1980 ; FORUM DES MARAIS ATLANTIQUES, 2014 ; HANNON & HAFERNIK, 2007 ; KIRBY, 2013 ; LECOMTE, 1999 ; OERTLI & FROSSARD, 2013 ; THOMPSON *et al.*, 2015 ; VAN TOL, 1992 ; WILLIAMSON, 1999.



Démarche pour choisir le type de gestion à appliquer

Diagnostic, suivi et évaluation

Le diagnostic initial, une étape clé

La mise en œuvre de toute action de gestion doit faire l'objet d'une réflexion en amont, pour définir précisément les objectifs sur la base d'un état initial connu. Ce diagnostic, couplé à une recherche bibliographique (écologie, techniques de gestion...), doit être fondé sur une étude naturaliste complète. Pour les milieux humides et aquatiques, une telle étude doit intégrer les Odonates (liste des espèces, évaluation de leur autochtonie et des effectifs des populations, état de conservation des habitats...), mais également d'autres compartiments de la biodiversité (botanique et animale), en privilégiant les groupes présentant de fortes potentialités en termes d'enjeux ou ceux dont le potentiel indicateur de l'état de conservation des milieux est le plus élevé. En effet, il est essentiel d'avoir une vision la plus globale possible du milieu pour pouvoir concilier au mieux des problématiques qui peuvent être parfois divergentes. Par exemple, d'autres groupes indicateurs tels que les Plécoptères, les Éphéméroptères, les Trichoptères, les Coléoptères aquatiques, les batraciens, les mollusques ou encore les plantes aquatiques peuvent apporter des informations complémentaires.

L'étude doit également permettre de replacer le site dans son contexte (paysage, bassin versant...) et d'envisager les interactions entre ces éléments, ainsi que les facteurs pouvant influencer l'évolution du milieu. Ainsi, l'intervention d'un hydrologue peut permettre de réaliser une modélisation intégrant notamment la pluviométrie, l'évaporation, la pédologie et la topographie.

Les études initiales doivent être anticipées suffisamment tôt pour pouvoir être réalisées dans les meilleures conditions. Ainsi, les inventaires des Odonates doivent pouvoir se faire sur toute la saison odonatologique (du printemps à l'automne, selon la zone géographique) afin de percevoir l'ensemble du cortège. Si des mesures physico-chimiques sont nécessaires, celles-ci doivent être engagées sur du long terme et effectuées à différentes saisons afin de tenir compte des fluctuations liées aux variations de conditions saisonnières. Ce sont les variations anormales de ces mesures prises sur le long terme qui permettent de mettre en évidence une perturbation.

Prise de mesures physico-chimiques sur un bassin de rétention.



Le suivi des travaux

Cahier des charges

Un cahier des charges précis doit permettre au maître d'œuvre de connaître les conditions d'intervention, notamment les exigences de protection des milieux (passage des engins par exemple).

Suivi du chantier

La signature de ce cahier des charges doit être complétée par un suivi du chantier par le gestionnaire qui doit se rendre régulièrement sur le terrain et échanger fréquemment avec les personnes intervenant sur le chantier pour s'assurer de sa bonne mise en œuvre. Un regard naturaliste du responsable des travaux est déterminant pour guider la conduite des opérations.

Pelleteuse trop lourde pour le sol peu portant.



Si les travaux se font à l'aide d'engins mécaniques, il faut s'assurer qu'ils soient adaptés à la portance du sol afin d'éviter toute dégradation inutile. De plus, le projet doit prévoir un chemin d'accès des engins en tenant compte des problèmes de dérangement de la faune ou d'écrasement de la flore, et de la taille des engins (largeur et hauteur). Il est parfois nécessaire d'élaguer arbres et arbustes pour faciliter leur passage.

Quel que soit le type de matériel utilisé (mécanique ou manuel) ou la source des matériaux apportés, une **vigilance particulière** doit être portée à éviter l'introduction d'**espèces indésirables** (exotiques envahissantes notamment). Des installations de Jussie suite à des opérations de curage ont déjà été rapportées.

Il faut donc bien s'assurer que le site d'origine n'est pas colonisé par ces espèces.



L'évaluation de la mesure

Le diagnostic initial doit être suffisamment précis et complet pour constituer l'état zéro nécessaire à la mise en place d'un suivi. Ce dernier sera maintenu les années suivantes pour permettre d'évaluer l'efficacité de la mesure mise en place. En effet, une similarité de protocole entre l'état initial et l'évaluation suite aux travaux permettra une comparaison objective. À noter que les travaux de restauration des pièces d'eau peuvent momentanément appauvrir le peuplement d'Odonates. Le suivi doit donc être reconduit sur plusieurs années.

En ce qui concerne les Odonates, une méthodologie de suivi a été développée en 2011 : le Suivi temporel des libellules (Steli). Elle permet au gestionnaire de suivre ses peuplements de libellules tout en participant à un suivi national de ces insectes.

L'évaluation de l'action ne peut être négligée. Elle doit être prévue en amont, planifiée dans le temps et prise en compte dans le budget de l'action. Elle seule permettra de mettre en place des mesures correctives adaptées s'il apparait que les objectifs ne sont pas remplis. Elle constituera un retour d'expérience qui s'avèrera utile dans le cas d'une action similaire ultérieure ou d'un partage des expériences entre acteurs. Enfin, elle permettra de justifier auprès des financeurs que les crédits accordés ont été correctement utilisés.

Suivi odonatologique.



Le programme Steli s'adresse aux naturalistes et aux gestionnaires opérant en France métropolitaine qu'ils soient individuels, associatifs ou professionnels. L'objectif est d'établir des tendances d'évolution des libellules à l'échelle des territoires grâce à un protocole simple et une mise en œuvre compatible avec les suivis menés par le gestionnaire (veille patrimoniale, évaluation d'actions...).

Plus d'informations sur la page Steli du site internet du Plan national d'actions en faveur des Odonates : <http://odonates.pnaopie.fr/steli/>



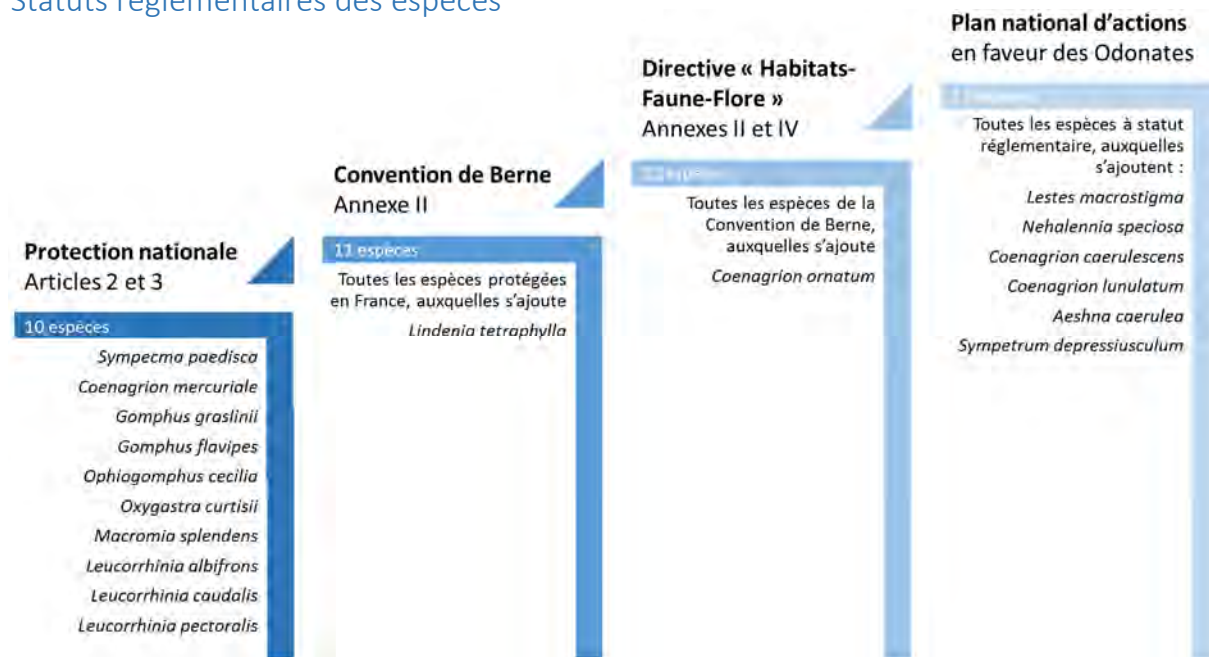
Pour en savoir plus...

AFNOR, 2012 ; ANRAS *et al.*, 2009 ; ANRAS, 2009 ; ARNABOLDI & ALBAN, 2006 ; ATEN (collectif), 2006 ; BARNETCHE *et al.*, 2010 ; BERTHELOT (coord.), 2015 ; CERESA, 2012 ; CHOLET & MAGNON, 2010 ; FEDERATION DES CONSERVATOIRES D'ESPACES NATURELS, 2011 ; FORUM DES MARAIS ATLANTIQUES, 2013 ; FORUM DES MARAIS ATLANTIQUES, 2014 ; GOURMAND *et al.*, 2012 ; GRILLAS *et al.*, 2004a ; GROSVERNIER & STAUBLI, 2009 ; IORIO, 2014 ; KIRBY, 2013 ; LAMBERET (coord.), 2011 ; MALAVOI & SOUCHON, 2010 ; OERTLI & FROSSARD, 2013 ; PONT (coord.), 2007 ; TOUROULT *et al.*, 2015.

La réglementation

La mise en œuvre d'actions de gestion doit impérativement tenir compte de la réglementation en vigueur. Selon les types d'actions, les espèces et les espaces concernés, des autorisations particulières peuvent être nécessaires (contacter alors les services concernés des services de l'État). Adoptée le 20 juillet 2016, la **loi Biodiversité** comporte de nombreuses dispositions prises en compte dans le texte ci-dessous. Cependant, les décrets d'application, non encore publiés, devront être surveillés.

Statuts réglementaires des espèces



Listes des espèces d'Odonates en fonction des différents statuts réglementaires et lien avec le PNA Odonates.

La protection nationale

Dix espèces font l'objet d'une protection en France par arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection. Sont interdits (d'après l'article 2) :

- la destruction ou l'enlèvement des œufs, des larves et des nymphes, la destruction, la mutilation, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle des animaux dans le milieu naturel ;
- la détention, le transport, la naturalisation, le colportage, la mise en vente, la vente ou l'achat, l'utilisation commerciale ou non des spécimens prélevés ;
- la destruction, l'altération ou la dégradation des sites de reproduction et des aires de repos des animaux (à l'exception de *Coenagrion mercuriale* cité à l'article 3). Ces interdictions s'appliquent aux éléments physiques ou biologiques réputés nécessaires à la reproduction ou au repos de l'espèce considérée, aussi longtemps qu'ils sont effectivement utilisés ou utilisables au cours des cycles successifs de reproduction ou de repos de cette espèce et pour autant que la destruction, l'altération ou la dégradation remette en cause le bon accomplissement de ses cycles biologiques.

Il existe une particularité en région Île-de-France puisque celle-ci possède également une liste d'insectes protégés à l'échelle de son territoire. Cette liste regroupe 9 espèces d'Odonates désignées par l'arrêté du 22 juillet 1993.

La Convention de Berne

La Convention de Berne du 19 septembre 1979, relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe, vise à promouvoir la coopération entre les États signataires, afin d'assurer la conservation de la flore et de la faune sauvages et de leurs habitats naturels. L'annexe II concerne les espèces de faune strictement protégées. Onze Odonates présents en France y sont inclus.

La Directive « Habitats-Faune-Flore »

L'annexe II de la Directive européenne CEE n°92/43 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages du 21 mai 1992, dite Directive « Habitats-Faune-Flore » (DHFF), indique que la conservation des espèces concernées nécessite la désignation de « Zones spéciales de conservation ». L'annexe IV précise, quant à elle, la liste des espèces qui nécessitent une protection stricte. Douze Odonates présents en France y sont inclus.

Périmètres réglementaires liés à la protection des espaces

En France, de nombreux outils de protection d'espaces coexistent. Chacun dispose de caractéristiques propres et éventuellement d'une réglementation particulière qui doit être prise en compte avant la mise en place de toute opération. Il convient donc de bien se renseigner sur les zonages existants et les potentielles contraintes associées, d'autant que plusieurs périmètres peuvent se superposer sur un même site, cumulant ainsi les réglementations. Il convient également de noter que dans certains cas, la réalisation d'opérations de gestion peut nécessiter une demande d'autorisation.

Voici la liste des principaux statuts de protection d'espaces pouvant influencer sur les actions de gestion envisagées. Le site internet de l'Aten (Atelier technique des espaces naturels) fournit une fiche rassemblant la liste des textes juridiques, les procédures et les effets juridiques de chaque statut (<http://ct78.espaces-naturels.fr>). Les paragraphes suivants en proposent une courte synthèse.



Protection réglementaire

Les **Arrêtés préfectoraux de protection de biotope (APPB)** sont classés à l'initiative de l'État, sous la responsabilité du préfet. Ce sont des milieux naturels généralement peu exploités par l'Homme et qui abritent des espèces protégées. Ce statut permet d'interdire ou de réglementer certaines activités ou aménagements pouvant porter atteinte à la conservation de l'habitat des espèces visées.

Les **Parcs nationaux (PN)** sont des espaces dont le milieu naturel présente un intérêt spécial. Il comprend une zone centrale ou « zone cœur » protégée (en un ou plusieurs périmètres) et une aire d'adhésion (zone périphérique) qui inclue les communes ayant signé la charte du parc. Dans la zone cœur, de nombreux aménagements et activités sont interdits ou réglementés (limitations, étude d'impact, demande d'autorisation...). Les zones cœur peuvent être couplées à des réserves intégrales pour garantir une protection plus importante. L'aire d'adhésion n'a pas de réglementation particulière mais dispose d'une charte qui a pour vocation de soutenir et valoriser des actions s'inscrivant dans la logique du Parc national.

Les **Réserves naturelles** sont de trois types : les Réserves naturelles nationales (RNN), les Réserves naturelles régionales (RNR) et les Réserves naturelles de Corse (RNC). Chaque réserve dispose d'un plan de gestion qui fixe les orientations et modalités de gestion. De plus, certaines activités peuvent être interdites ou réglementées.

Les **Réserves de chasse et de faune sauvage (RCFS)**, dont le réseau est coordonné par l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS), ont pour objectifs la préservation des populations d'oiseaux migrateurs, la protection des milieux naturels nécessaires à la sauvegarde d'espèces menacées et le développement durable de la chasse dans les territoires ruraux. Dans ces réserves, tout acte de chasse est interdit, excepté dans le cadre d'un plan de gestion cynégétique si celui-ci est nécessaire au maintien des équilibres biologiques. Certaines pratiques agricoles ainsi que la circulation de véhicules sont parfois réglementées. Les Réserves nationales de chasse et de faune sauvage (RNCFS) sont des RCFS revêtant une importance particulière.

Certains milieux aquatiques peuvent être classés **Réserves de pêche** afin de favoriser la protection ou la reproduction des poissons. Ce classement peut être temporaire (jusqu'à 5 années consécutives) ou permanent. Ce statut interdit toute action de pêche, y compris des amphibiens et des invertébrés. Des pêches à but scientifique peuvent cependant être autorisées.

Les milieux forestiers semblent au premier abord moins concernés par la gestion conservatoire en faveur des Odonates. Cependant, ils peuvent abriter une multitude de sites d'intérêts pour les libellules (mares forestières mais aussi cours d'eau). La végétation fournit également aux adultes des zones de maturation, d'abris, de repos... dont il faut tenir compte.

Il existe plusieurs statuts de protection des boisements. Certains secteurs forestiers gérés par l'Office national des forêts (ONF) sont classés en **Réserves biologiques dirigées (RBD)** ou **Réserves biologiques intégrales (RBI)**. Les premières visent à la préservation d'habitats ou d'espèces particulières grâce à des actions de gestion ciblées. Les secondes laissent la dynamique naturelle évoluer librement. Toute opération sylvicole y est donc interdite. Enfin, des boisements peuvent être classés en forêts de protection dans des situations particulières, généralement pour cause d'utilité publique (défense contre les avalanches ou l'érosion par exemple).



*La RBD de la Mare aux Pigeons, un des derniers bastions franciliens de *Sympetrum danae*.*

L'**Espace boisé classé** a pour but d'empêcher les changements d'affectation des sols de nature à compromettre la création, la conservation ou la protection des boisements dans les documents d'urbanisme et permet ainsi d'éviter les constructions. De nombreuses actions y sont interdites ou fortement limitées (défrichage, pâturage, circulation de véhicules...) sauf si cela est nécessaire à la mise en valeur ou à la protection de la forêt et de ses usagers.

Certains espaces ou monuments, naturels ou bâtis, sont préservés sous le régime des **sites inscrits** ou des **sites classés**. L'inscription oblige à une déclaration pour la réalisation de tous travaux (sauf entretien courant). Le classement est plus contraignant, les travaux (ou toute action modifiant le site) étant soumis à autorisation spéciale.

Protection conventionnelle

Les **Parcs naturels régionaux (PNR)** sont des territoires d'adhésion communale classés par décret ministériel. Un de leurs rôles est la préservation du patrimoine naturel. Une charte définit les orientations (protection, développement, mise en valeur...) souhaitées sur ce territoire. Elle n'est pas opposable aux citoyens, mais les documents d'urbanisme doivent être compatibles avec ces orientations. Le PNR est géré par un syndicat mixte qui donne un avis sur les études d'impact des projets qui concernent son périmètre.

Situé dans le PNR du Morvan, l'étang du Griottier blanc offre les conditions idéales au développement de *Leucorrhinia caudalis* et *L. pectoralis*.



Les sites **Natura 2000** (ZSC pour Zones spéciales de conservation) sont désignés par les services de l'État pour répondre à la Directive européenne « Habitats-Faune-Flore » visant à constituer un réseau écologique européen. L'objectif est la conservation des habitats naturels ou des espèces d'intérêt communautaire (11 Odonates) pour lesquels le site a été désigné. Pour cela, un document d'objectifs est rédigé, fixant les orientations et les modalités de gestion. Les actions peuvent être réalisées dans le cadre de contrats ou de chartes Natura 2000.

D'autres types de protection conventionnelle existent. On peut citer la signature de **contrats** avec les propriétaires de terrain pour en obtenir une maîtrise d'usage, la signature de **conventions de gestion** de sites appartenant à l'État et les **chartes de pays** signés sur certains territoires : groupements communaux, Établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) ou Établissement publics de coopération environnementale (EPCE). Ces contrats et conventions sont des opportunités pour valoriser les actions de gestion en les intégrant aux problématiques des territoires.

La loi Biodiversité ajoute la possibilité de définir des zones prioritaires pour la biodiversité au sein desquelles certaines mesures contractuelles rémunérées (notamment liées à l'agriculture) peuvent être rendues obligatoires si elles sont nécessaires à la conservation d'une espèce très menacée.

Les ZNIEFF n'assurent pas à elles seules une protection juridique



Dans le but d'améliorer la prise en compte des espaces naturels avant tout projet et d'identifier les nécessités de protection de certains espaces fragiles, un inventaire cartographié des richesses naturelles est entrepris à l'échelle du territoire national. Les secteurs qui en découlent sont désignés **Zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique (ZNIEFF)**. Celles-ci sont divisées en deux catégories pouvant se superposer l'une à l'autre. Les zones de type I ont un périmètre limité et caractérisent des espèces ou des milieux remarquables. Les zones de type II sont de grands ensembles naturels (massif, plateau, estuaire...) peu modifiés. Il s'agit d'un outil de connaissance indiquant la présence d'un intérêt écologique. Il n'a donc pas de valeur juridique pour protéger ces espaces, ni les espèces qui s'y développent. Cependant la jurisprudence montre globalement que les ZNIEFF doivent être prises en considération dans les projets d'aménagement, même si ceci n'est pas systématique.

Protection par maîtrise foncière

Plusieurs organismes tels que le Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres (CELRL), les associations de protection de la nature telles que les Conservatoires d'espaces naturels (Cen), la Société nationale de protection de la nature (SNPN), la Ligue de protection des oiseaux (LPO) ou encore des fondations privées ont la possibilité de se rendre propriétaires de terrains (par acquisitions, dons, legs...) ou d'en acquérir la maîtrise d'usage (baux emphytéotiques, conventions...). Cette maîtrise foncière offre une protection efficace et une liberté d'action pour la gestion de certains espaces.

À travers la taxe départementale des Espaces naturels sensibles (TDENS), les Conseils départementaux (anciennement Conseils généraux) acquièrent quant à eux la maîtrise foncière de sites appelés Espaces naturels sensibles (ENS). Dans certains cas, ces acquisitions peuvent se faire par préemption. Sur ces différents terrains, il faut contacter le propriétaire avant d'envisager toute action de gestion.

Autres statuts à reconnaissance internationale



Des textes internationaux prévoient la création de réseaux d'espaces naturels à préserver. Ceci s'est traduit par la désignation de **Réserves de biosphère** (dans le cadre du programme Man and Biosphere de l'UNESCO) et de **Zones humides d'importance internationale** (dans le cadre de la Convention de Ramsar). La désignation de ces sites n'entraîne pas leur protection juridique, celle-ci se faisant par le biais d'autres statuts (Réserves naturelles, Parcs nationaux, Parcs naturels régionaux, sites Natura 2000...), mais mettent en lumière des espaces d'importance pour la conservation de la diversité.

Loi sur l'eau

La loi sur l'eau (loi du 3 janvier 1992, puis loi du 21 avril 2004 suite à la Directive cadre européenne sur l'eau du 23 octobre 2000, puis loi sur l'eau et les milieux aquatiques – LEMA – du 30 décembre 2006) s'applique sur tous les terrains répondant à la définition de zone humide. Elle vise notamment à assurer la préservation de ces zones, à travers une gestion équilibrée de la ressource en eau, en termes de qualité mais aussi en quantité. Ceci passe par l'organisation d'une « police de l'eau » et par l'instauration de Schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) et de Schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE). Les SDAGE fixent les orientations à l'échelle des bassins ou groupements de bassins hydrographiques et les SAGE mettent en application ces orientations dans les sous-bassins. Les SDAGE et les SAGE fixent des réglementations qui sont opposables à toute personne publique ou privée pour l'exécution de toute installation, ouvrage, travaux ou activité. Les documents d'urbanisme doivent également être compatibles.

Concernant les actions de gestion pouvant être menées dans les zones humides, les SDAGE et SAGE doivent être consultés afin de connaître et de prendre en compte les orientations fixées. De plus, les organismes animateurs de ces entités peuvent être sources de conseils : certains mettent en place des outils d'aide aux gestionnaires et aux propriétaires. On peut par exemple citer les Cellules d'animation territoriales et de conseils techniques aux gestionnaires de zones humides (CATZH) développées par l'Agence de l'eau Adour-Garonne dans le cadre du SDAGE. Ailleurs, d'autres initiatives existent et peuvent accompagner des projets de gestion.

Le volet « police de l'eau » de cette loi est également important. En effet, l'assèchement, la mise en eau, l'imperméabilisation et les remblais dans les zones humides sont soumis à déclaration si la surface

modifiée est supérieure à 0,1 hectare et à autorisation si la surface est supérieure ou égale à 1 hectare. Certaines opérations de gestion en faveur des Odonates peuvent être concernées.

La loi sur l'eau de 1992 a institué la procédure de déclaration d'intérêt général (DIG). Celle-ci facilite plusieurs aspects (démarches administratives et financements notamment) et elle est obligatoire pour certaines actions publiques si celles-ci sont menées sur un terrain privé. Une autorisation préfectorale, précédée d'une enquête publique, est obligatoire et la signature de conventions de passage avec les riverains est fortement recommandée. Les actions susceptibles de faire l'objet d'une DIG sont nombreuses : le gestionnaire peut donc y être confronté.

Le site de l'Onema (Office national de l'eau et des milieux aquatiques) détaille la réglementation liée à l'application de la loi du l'eau : voir notamment la partie « Procédures réglementaires » de cette page : <http://www.onema.fr/Restauration-Contexte-reglementaire-Hydromorphologie-continuite>.

En février 2005 a été adoptée la loi relative au développement des territoires ruraux (loi DTR). Cette loi modifie, précise et complète certains points issus de la loi sur l'eau (définition et délimitation des zones humides, fiscalité associée à ces espaces notamment) et prend des dispositions relatives aux espèces envahissantes. Elle définit également de nouvelles délimitations : les Zones humides d'intérêt environnemental particulier (ZHIEP) et les Zones stratégiques pour la gestion de l'eau (ZSGE). Sur ces zones, un programme d'actions (cohérent avec les objectifs du SAGE) est défini par le préfet et peut contraindre certaines opérations ou en favoriser d'autres, notamment grâce à des aides publiques.

Autres réglementations à prendre en compte

En fonction de la localisation du site, d'autres réglementations peuvent être à prendre en compte. Les lois Littoral et Montagne concernent principalement les constructions et la lutte contre l'urbanisation, mais certains aménagements (creusement ou remblais par exemple) peuvent également être concernés. Il convient donc de vérifier la compatibilité du projet avec ces lois si le site y est soumis.

Les zones de captage d'eau potable sont protégées par plusieurs périmètres : protection immédiate, rapprochée et éloignée. Le premier est clôturé et interdit toute activité. Le second limite fortement toute activité pouvant causer des pollutions, telle que les remblais. Le troisième est facultatif et ne concerne pas les actions de gestion visées dans ce guide.

Les documents d'urbanismes (PLU, SCoT) désignent pour chaque parcelle une orientation d'occupation du sol qui spécifie les aménagements possibles. Il peut donc être utile de se renseigner auprès des services municipaux afin de connaître la situation du site concerné par une action de gestion. Ils peuvent également renseigner sur l'existence d'un éventuel plan de prévention des risques (inondation, industriel, submersion...) qui peut limiter ou interdire la réalisation de certains aménagements.



Pour en savoir plus...

AFNOR, 2012 ; AGENCE DE L'EAU SEINE-NORMANDIE, 2013 ; ATEN (collectif), 2006, 2010 ; CIZEL, 2005, 2008, 2010 ; CONSERVATOIRE D'ESPACES NATURELS DU LIMOUSIN, 2012 ; DURY *et al.*, 2012 ; FORUM DES MARAIS ATLANTIQUES, 2013 ; HAURY *et al.*, 2010 ; LORIO, 2014 ; LAMBERET *et al.*, 2011 ; LEDOUX & LARROUY-CASTERA, 2010 ; MINISTERE DE LA SANTE ET DES SPORTS & ÉCOLE DES HAUTES ETUDES EN SANTE PUBLIQUE, 2008 ; MISSIONS INTER SERVICES DE L'EAU DE LORRAINE, 2009 ; OERTLI & FROSSARD, 2013 ; PERRINEAU & BLANCHET, 2010.

S'appuyer sur le réseau d'acteurs

De nombreuses personnes et organismes peuvent être concernés, de près ou de loin, par la mise en œuvre d'une action de gestion. Qu'ils soient directement associés au site (propriétaires, usagers, élus...), ou qu'ils aient un regard extérieur (réglementaire, naturaliste...), ils doivent être intégrés à la réflexion, ou au moins être informés en amont de la tenue des travaux.



Selon le contexte local et l'importance des actions à mener, il peut être utile (voire nécessaire) d'organiser une ou plusieurs réunions d'échanges entre les différents acteurs concernés afin qu'ils prennent connaissance et discutent des éléments du diagnostic initial, des objectifs fixés et des opérations envisagées.

Dans certains cas, de véritables réunions de concertation (et pas seulement d'information) devront être envisagées.

Voici une liste (non exhaustive et à adapter au contexte) des acteurs à ne pas oublier :

- les usagers et acteurs locaux : les **propriétaires** (privés ou publics) des terrains concernés, ainsi que des terrains voisins lorsque les impacts des travaux s'envisagent à plus large échelle ; les **usagers et riverains du site**, en prenant en compte tous les usages : récréatifs, industriels (dont carrières, granulats...), agricoles, commerciaux... ; les **associations** (naturalistes, de chasse, de pêche, de riverains...)
- les organismes gestionnaires : les **gestionnaires** des sites protégés concernés et éventuellement des sites situés à proximité (cf. liste des statuts en page 21) ; les **animateurs des SDAGE et SAGE** (Syndicat mixte ou autre) ; le **Conservatoire d'espaces naturels** de la région concernée ; le **Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres** si le site est en zone littorale ou en bordure d'un lac de plus de 1 000 hectares ;
- les partenaires institutionnels : les **collectivités territoriales** (mairies, communautés de communes, Conseil départemental, Conseil régional) ; les EPCI et EPCE ; l'**État**, notamment à travers les DREAL (Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement) et les DDT (Direction départementale des territoires) ; les **établissements publics** : Onema qui sera intégré à la future Agence française pour la biodiversité (AFB), ONCFS, ONF... ;
- les organismes ressources : le **Conseil scientifique régional du patrimoine naturel (CSRPN)** qui peut être consulté avant de mettre en œuvre une action de gestion importante, afin de recueillir d'éventuelles recommandations et avis sur le projet ; les **organismes de recherche**, ressource parfois utile, notamment lors de la réalisation du diagnostic initial.



Pour en savoir plus...

AFNOR, 2012 ; ATEN (Collectif), 2006 ; BERTHELOT (coord.), 2015 ; BONNELLE *et al.*, 2009 ; CHOCAT *et al.*, 2013 ; CIZEL, 2010 ; CONSERVATOIRE D'ESPACES NATURELS DU LIMOUSIN, 2012 ; CRASSOUS & KARAS, 2007 ; DUBREUIL/BIOTOPE, 2006 ; FORUM DES MARAIS ATLANTIQUES, 2013 ; JOIGNEAU-GUESNON *et al.*, 2015 ; LAMBERET *et al.*, 2011 ; LEDOUX & LARROUY-CASTERA, 2010 ; MEDDE, 2014 ; MICHELOT, 1995 ; MISSIONS INTER SERVICES DE L'EAU DE LORRAINE, 2009 ; OERTLI & FROSSARD, 2013 ; PROMPT & GUILLERME, 2011 ; RICHIER & BROYER, 2014.

Aspect financier

Évaluation des coûts d'une action

La mise en place d'actions de gestion a un coût. Il est important de l'évaluer en amont des opérations et le plus précisément possible pour éviter les mauvaises surprises lors des travaux.

Plusieurs points ne doivent pas être oubliés :

- le temps salarié : gérer les devis avec les entreprises extérieures, monter les éventuels dossiers administratifs et financiers (déclaration loi sur l'eau, contrats Natura 2000, demandes de subventions...), assurer une présence sur le site pendant les travaux (pour contrôler la bonne réalisation des opérations et gérer les éventuelles difficultés rencontrées sur le terrain) ;
- la réalisation du diagnostic initial : qu'elle soit réalisée en interne ou par un organisme extérieur (association, bureau d'études...), une étude complète et de bonne qualité prend du temps ;
- la location du matériel : ce coût peut être élevé si des engins mécaniques sont nécessaires. La location d'engins représente un coût pouvant aller jusqu'à quelques centaines d'euros la journée, auquel il faut éventuellement ajouter les services d'un conducteur. Faire appel à un prestataire n'est pas toujours beaucoup plus onéreux et permet de réaliser des travaux de grande technicité, en particulier ceux nécessitant un profilage précis des matériaux. Du temps salarié est cependant toujours nécessaire pour préparer le terrain (piquetage de la zone) et surveiller les travaux. Les différences de coût peuvent être importantes entre plusieurs prestataires, c'est pourquoi il est toujours utile de comparer plusieurs devis et de faire la simulation d'un travail en régie pour choisir la solution la moins coûteuse ;
- le transport de matériaux : que ce soit l'apport des matériaux nécessaires aux travaux (pierres, planches, sable, terre...) ou l'évacuation des produits (boues de curage, végétation...), il faut anticiper leur acheminement et la location si nécessaire de véhicules de transports. En cas d'exportation de produits issus des opérations, le coût peut représenter une part importante du budget total (parfois plus de la moitié). Il faut donc estimer au plus juste le volume total de produit à exporter afin de le prendre également en compte dans le budget des travaux. Au total, le mètre cube peut revenir à plusieurs dizaines d'euros ;
- le suivi après travaux : le coût du suivi suite à l'opération doit être estimé dès la constitution du budget de l'action. Ce coût dépend des paramètres nécessaires pour évaluer l'action (qualité de l'eau, habitats, nombre de groupes taxonomiques suivis...) et de la taille du site ;
- l'information des acteurs et du public : l'organisation de réunions et la production de panneaux explicatifs sont autant d'éléments qu'il faut prendre en compte dans le budget général.

Sources possibles de financements

Étant donné les coûts parfois importants des opérations de gestion, le gestionnaire est souvent confronté à la nécessité de rechercher des sources de financements pour mettre à exécution son projet. Il existe plusieurs possibilités dont voici les plus fréquemment utilisées.

Des subventions publiques peuvent être demandées auprès de l'**État**, des **Conseils régionaux et départementaux** et des **collectivités locales** (communes et intercommunalités). Sur les **sites Natura 2000**, il est possible de s'appuyer sur les MAE (Mesures agro-environnementales) ou sur les contrats Natura 2000. Ils permettent d'instaurer un partenariat avec des agriculteurs ou des forestiers, voire

d'autres acteurs (« contrats ni-ni ») afin qu'ils mettent en œuvre certaines actions du document d'objectifs. Les **Agences de l'eau** financent certaines actions lorsqu'elles s'inscrivent dans les programmes qu'elles élaborent. Les **Syndicats de bassins** sont des structures intercommunales qui visent à harmoniser la gestion sur le territoire d'un bassin versant. Ils peuvent participer au financement d'actions qui s'inscrivent dans cette gestion harmonieuse.

D'autres structures peuvent être sollicitées, en fonction du projet et des opportunités locales : Établissement public territorial de bassin (EPTB), fédération départementale de pêche et de protection des milieux aquatiques, sponsors privés...

Enfin, des fonds publics européens tels que le FEDER, le FEADER ou encore le programme Life peuvent également être sollicités. Ils visent à favoriser la mise en place de mesures sur diverses thématiques liées à l'environnement. Les projets proposés doivent répondre à différentes conditions d'éligibilité.

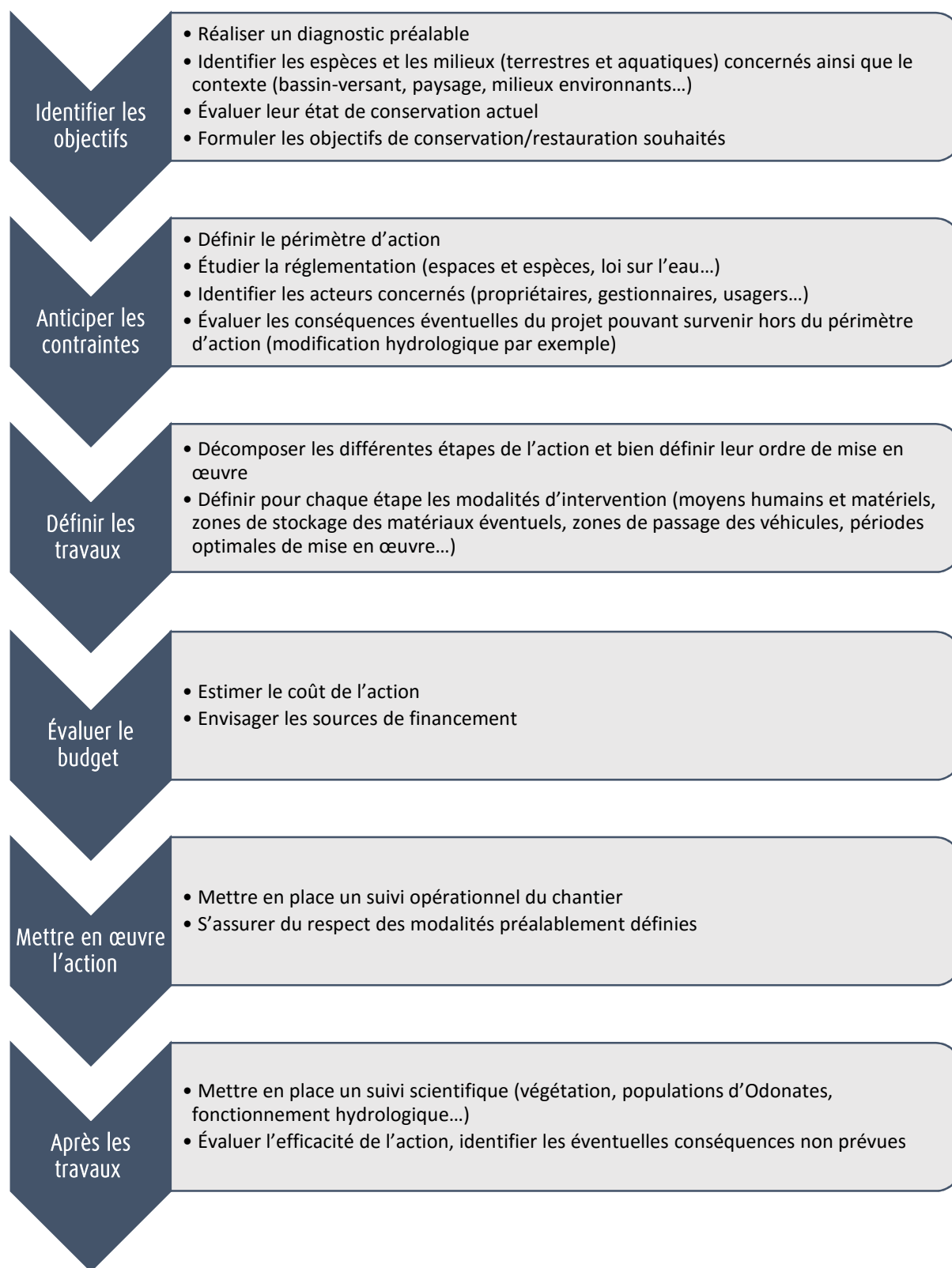
*En Picardie, les travaux de restauration entrepris sur la prairie du Bois de Morièrè par le Cen (à gauche en 2005 et à droite dix ans après les travaux) ont permis la réinstallation d'une mosaïque d'habitats humides, rendant le site attractif pour *Leucorrhinia pectoralis*.*



Pour en savoir plus...

AFNOR, 2012 ; CIZEL, 2010 ; COLAS & HEBERT, 2000 ; LAMBERET *et al.*, 2011.

Bilan : principales étapes pour mener à bien une action de gestion



Pour en savoir plus...

AFNOR, 2012 ; AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE, 2007 ; ANRAS, 2009 ; ARNABOLDI & ALBAN, 2006 ; BERTHELOT (coord.), 2015 ; CERESA, 2012 ; CHOLET & MAGNON, 2010 ; GRILLAS *et al.*, 2004a ; KIRBY, 2013 ; LAMBERET *et al.*, 2011 ; MICHELOT *et al.*, 2006.



Fiches actions

Comment utiliser ce guide : méthodologie de choix des actions

Connaître son site et les exigences des espèces cibles

La réalisation d'un diagnostic initial constitue la première étape. Une bonne connaissance des espèces et des habitats permet de déduire l'état de conservation du milieu. Pour cela, il faut tenir compte des potentialités du site, de son historique, de son contexte (paysage, bassin versant, usages, facteurs influant sur l'évolution du milieu...), ainsi que des exigences écologiques des espèces présentes (et éventuellement de celles qui pourraient avoir disparu).

Concernant les Odonates, il existe de nombreux ouvrages présentant les exigences écologiques des espèces de la faune française (cf. références page 13). Les articles spécifiques publiés dans des revues telles que *Martinia*, *Journal of the British Dragonfly Society* ou encore *Odonatologica* permettent de compléter utilement les précédents ouvrages, par des exemples souvent pris dans des contextes locaux. En outre, le PNA (DUPONT, 2010) propose pour chacune des 18 espèces prioritaires du Plan un tableau synthétisant les facteurs clés de l'habitat favorables à une bonne dynamique des populations ainsi que leurs éventuelles causes de dégradation.

La connaissance de ces causes facilite l'identification des éléments sur lesquels il faudra cibler les actions, ainsi que ceux nécessitant une surveillance ou d'éventuels travaux d'entretien. Cependant, il est important de ne pas se limiter aux seules exigences des espèces d'intérêt patrimonial. Il faut également avoir une vision d'ensemble de la fonctionnalité du milieu. C'est en effet cette fonctionnalité qui garantit le maintien de la biodiversité sur le long terme.

Choix des actions à mettre en place

Le niveau de dégradation constaté lors du diagnostic initial permet d'envisager le type de gestion à mettre en place. Le tableau page suivante propose, pour chaque milieu et chaque type de dégradation, les actions pouvant être menées en fonction de l'intensité des atteintes : entretien régulier pour prévenir une dégradation, restauration si celle-ci est faible, réhabilitation ou réaffectation si elle est prononcée. En cas de réaffectation, le choix de la colonne lors de la lecture du tableau doit être orienté vers le milieu à créer. Afin de faciliter l'utilisation du guide, les habitats ont été regroupés en grands types de milieux présentant des caractéristiques similaires. Enfin, il est important de noter que, même si elle ne dispose pas de fiche action, la non-intervention doit toujours rester une solution envisageable lorsqu'elle est justifiable du point de vue de la conservation.

Les numéros du tableau renvoient aux fiches actions correspondantes. Les fiches citées entre parenthèses indiquent des actions secondaires : leur mise en œuvre ne cible pas directement la dégradation en question, mais peut avoir une influence positive (selon les conditions locales).

Quelles sont les dégradations potentielles et leurs possibles solutions pour chaque type de milieu ?

Quelles dégradations ?		Niveau de dégradation		Renvoi aux fiches pour chaque type de milieu				
				Eaux courantes		Eaux stagnantes		Tourbières à sphaignes et milieux acides associés
				Sources, très petits et petits cours d'eau	Moyens, grands et très grands cours d'eau	Lacs, étangs et mares permanents	Étangs et mares temporaires	
Sol	Comblement, atterrissement, remblais	Potentiel	6 (5, 8)	6	7 (5, 6, 8, 10)	7 (5, 6, 8, 10)	7 (5, 6, 8, 10)	6, 8, 10
		Faible	1 (5, 6)	1 (6)	1 (3, 5, 6, 7, 8, 10)	1 (3, 5, 6, 7, 8, 10)	3 (1, 5, 6, 7, 8, 10)	3, (6, 8, 10)
		Fort	2	2	2 (3)	2 (3)	3 (2)	
	Tracé rectifié, méandres supprimés	Potentiel						
		Faible						
		Fort	2	2				
Berges artificialisées, pente raide, profondeur ou profil inadéquats	Potentiel							
	Faible	1, 9 (8)	9 (8)	1, 9 (3, 4, 8)	1, 9 (3, 4, 8)	1, 9 (3, 8)		
	Fort	2	2, 9	2, 4, 9	2, 4, 9	2, 9		
Eau	Mauvaise qualité de l'eau, eau turbide	Potentiel	5 (6, 7, 8)	5 (6)	5 (6, 7, 8, 10)	5 (6, 7, 8, 10)	5 (6, 7, 8, 10)	5 (6, 8, 10)
		Faible	5 (6, 7, 8)	5 (6)	5 (6, 7, 8, 10)	5 (6, 7, 8, 10)	5 (6, 7, 8, 10)	5 (6, 8, 10)
		Fort						
	Écoulements défavorables, marnages trop importants, assèchements	Potentiel	6 (7, 8, 10)	6	6 (7)	6 (7)	6 (7, 8)	6 (8)
		Faible	6 (1, 4, 7, 8, 10)	6 (1, 4, 7)	6 (1, 3, 7)	6 (1, 3, 7)	4, 6 (3, 7, 8)	4, 6 (3, 8)
		Fort	6 (2, 4, 7, 8)	6 (2, 4, 7)	6 (2, 3, 7)	6 (2, 3, 7)	4, 6 (3, 7, 8)	4
Éléments biotiques	Végétation aquatique trop développée	Potentiel	7 (5, 6, 10)	7 (6, 10)	7 (5, 6, 10)	7 (5, 6, 10)	7 (5, 6, 10)	
		Faible	7 (1, 5, 6, 10)	7 (1, 6, 10)	7 (1, 5, 6, 10)	7 (1, 5, 6, 10)	7 (1, 5, 6, 10)	
		Fort	7 (2)		7 (2)	7 (2)	7 (2)	
	Végétation aquatique absente ou insuffisante	Potentiel	5, 6, 8, 10	5, 6, 10	5, 6, 8, 10	5, 6, 8, 10		
		Faible	9 (5, 6, 8, 10)	9 (5, 6, 10)	9 (1, 4, 5, 6, 8, 10)	9 (1, 3, 4, 5, 6, 8, 10)		
		Fort			9 (2, 4, 5, 6, 8, 10)	9 (2, 3, 4, 5, 6, 8, 10)		
	Végétation terrestre ou des berges trop développée	Potentiel	8 (10)	8 (10)	8 (10)	8 (10)	8 (10)	8 (10)
		Faible	8 (10)	8 (10)	8 (10)	8 (3, 10)	8 (3, 10)	8 (3, 10)
		Fort	8 (10)	8 (10)	8 (10)	8 (2, 3, 10)	8 (2, 3, 10)	
	Berges dévégétalisées, ripisylve absente ou insuffisante	Potentiel						
		Faible	8, 9 (10)	8, 9 (10)	8, 9 (10)	8, 9 (10)	8, 9 (10)	
		Fort	8, 9 (10)	8, 9 (10)	8, 9 (10)	8, 9 (10)	8, 9 (10)	
	Milieu terrestre environnant défavorable	Potentiel	8 (10)	8 (10)	8 (10)	8 (10)	8 (10)	8 (10)
		Faible	8 (10)	8 (10)	8 (10)	8 (10)	8 (10)	8 (10)
		Fort	8 (10)	8 (10)	8 (10)	8 (10)	8 (10)	8 (10)
	Présence d'espèces indésirables (exotiques envahissantes, poissons...)	Risque	10 (7, 8)	10 (7, 8)	10 (7, 8)	10 (7, 8)	10 (7, 8)	10 (8)
		Faible	10 (7, 8)	10 (7, 8)	10 (7, 8)	10 (7, 8)	10 (7, 8)	10 (8)
		Fort	10	10	10	10	10	10

Liste des fiches développées dans le guide

Actions sur le sol

- 1 Curage
- 2 Creusement
- 3 Étrépage et décapage
- 4 Apport de matériaux

Actions sur l'eau

- 5 Gestion de la qualité de l'eau
- 6 Gestion hydraulique

Actions sur les éléments biotiques

- 7 Gestion de la végétation aquatique
- 8 Gestion de la végétation terrestre et des berges
- 9 Semis, plantations, génie végétal
- 10 Gestion des espèces indésirables

Faucardage d'un étang de Brenne.



Leviers d'action

Les actions de gestion sur les milieux humides et aquatiques peuvent porter sur différents éléments du milieu. On peut en distinguer trois grands types qui permettent de classer chaque opération.



Les opérations liées au sol. Elles agissent sur la structure physique du milieu. Ce sont généralement des opérations lourdes qui concernent de la restauration, de la réhabilitation ou de la réaffectation (presque jamais de l'entretien courant).



Les opérations liées à l'eau. Cet élément peut être considéré *via* ses paramètres physiques (profondeur, écoulements, drainage...) ou chimiques (pollutions, nutriments, matières organiques...).



Les opérations liées aux éléments biotiques. Ce volet d'actions concerne généralement des opérations de gestion courante ou de restauration, plus rarement des opérations plus importantes. Dans les milieux humides, la végétation est très souvent la cible prioritaire des actions mises en œuvre, que ce soit la végétation aquatique, celle des berges, ou celle de l'environnement terrestre à proximité. Mais les animaux peuvent également être concernés : espèces exotiques envahissantes, poissons dans les mares...

Ces problématiques sont différentes mais généralement liées. Par exemple, une mare présentant un problème de végétation trop développée a également souvent des problèmes de turbidité, due aux matières organiques apportées, mais aussi de comblement. Ainsi, à travers le diagnostic initial, le gestionnaire doit être capable de lister les différentes problématiques du site et de comprendre les liens qui les unissent pour agir à l'origine du problème. De même, si une opération de gestion est décidée, il faut être conscient des éventuelles répercussions qu'elle pourra avoir sur l'ensemble de l'écosystème et donc sur les éléments autres que celui visé.

Organisation des fiches actions

Les fiches suivantes présentent les principales opérations de gestion qui peuvent être menées sur les milieux humides et aquatiques pour favoriser la faune odonatologique. Elles sont organisées selon les trois grands leviers précédemment listés. Les liens pouvant exister avec d'autres actions ou les impacts éventuels sur d'autres éléments de l'écosystème sont cités dans un paragraphe spécifique.

Selon les actions menées, une même fiche peut faire référence à un ou plusieurs types de gestion. Pour faciliter la lecture des fiches, les types de gestion ainsi que le levier d'action sont représentés respectivement sous la forme de puces de couleur et de pictogrammes.



Entretien courant



Restauration



Réhabilitation ou réaffectation

Ces fiches se basent sur des exemples d'actions menées par des gestionnaires. Chaque situation est unique en fonction du contexte, de l'hydrologie, des milieux, des usages... Il n'existe donc pas de « recette » fonctionnant avec certitude quelle que soit la situation. Le rôle du gestionnaire est de s'appuyer sur un diagnostic complet et de tenter d'envisager les conséquences de chaque action pour prendre les bonnes décisions. Enfin, les objectifs ne sont pas toujours compatibles : il est toujours nécessaire de faire des choix et des compromis.





Curage

2



Principaux milieux concernés

Tous les types de milieux présentant de l'eau libre, qu'ils soient courants ou stagnants. Les tourbières sont moins concernées, mais les mares qu'elles abritent peuvent l'être.



Espèces PNA concernées

Toutes les espèces prioritaires du PNA peuvent en bénéficier.



Pour en savoir plus...

ANRAS *et al.*, 2004
 ANRAS & BOUCARD, 2002
 ARNABOLDI & ALBAN, 2006
 CERESA, 2012
 CRASSOUS & KARAS, 2007
 DES TOUCHES & ANRAS, 2005
 DIREN LIMOUSIN (coord.), 2009
 DURY *et al.*, 2012
 FORUM DES MARAIS ATLANTIQUES, 2014
 FRANZONI, 2013
 GRASSI (coord.), 2010
 GUERBAA, 2009
 JOIGNEAU-GUESNON *et al.*, 2015
 KIRBY, 2013
 LAFFITTE *et al.*, 2009
 LE BIHAN & BIRARD, 2004
 MEIRE *et al.*, 2010
 MILLARD *et al.*, 2012
 PNR DES MARAIS DU COTENTIN ET DU BESSIN, 2003
 OERTLI & FROSSARD, 2013
 RICHIER & BROYER, 2014
 WILDERMUTH & KÜRY, 2009

Objectifs de l'action

Le principe du curage est généralement le retour à l'ancien fond, ce que l'on appelle « vieux fond, vieux bords ». Ainsi, quel que soit le milieu, le gestionnaire recourt au curage pour revenir à un état initial, avant comblement. Celui-ci peut être dû à une accumulation de vase, de végétation, de débris végétaux, de sable... La suppression de remblais (qui équivaut à un comblement volontaire) peut être considérée comme du curage.

Le curage permet ainsi souvent d'améliorer le caractère aquatique du milieu : meilleur écoulement, durée d'inondation plus importante, réduction de la végétation terrestre. Il recrée également des stades pionniers dynamiques, favorables à la biodiversité.

Il s'agit essentiellement d'**actions de restauration**. En effet, c'est une intervention ponctuelle dans le temps et l'espace qui vise à **retrouver l'état initial du milieu**. Le curage ne doit pas être envisagé comme une opération d'entretien régulier, ce dernier devant cibler les causes du comblement (gestion de la végétation, gestion hydraulique...).



Les effets du curage sur les Odonates

Un phénomène naturel de comblement et d'atterrissement est observé dans la plupart des milieux aquatiques, surtout dans les milieux stagnants. Cette dynamique peut aller jusqu'à leur complète disparition. Lorsqu'un milieu aquatique est comblé, les peuplements d'Odonates associés disparaissent à leur tour car ils n'y trouvent plus les conditions propices à leur développement. Par ailleurs, les modifications du fonctionnement hydraulique lors des différentes phases successives de comblement (stagnation progressive d'un milieu courant, augmentation des périodes d'assec...) peuvent également fortement modifier les peuplements odonatologiques.

En restaurant un milieu en cours de comblement, le curage permet donc de favoriser l'installation ou le maintien de certaines espèces. Cette action peut par exemple être conseillée pour préserver les stations de leucorrhines (*Leucorrhinia* spp.) qui sont sensibles à l'envasement et à l'atterrissement des étangs au sein desquels elles se développent. Dans le cas des petits cours d'eau, le curage permet de restaurer l'habitat de certains agrions, notamment l'Agrion de Mercure (*Coenagrion mercuriale*) ou encore l'Agrion bleuisant (*C. caeruleum*) dans les zones de suintements qui les abritent.

Interactions avec les autres actions et fiches liées

Le curage a des effets souvent importants sur le fonctionnement hydraulique du milieu. En eau courante, il facilite la circulation des masses d'eau. En eau stagnante, il augmente la profondeur et donc limite l'éventuelle période d'assec à l'étiage. Dans les deux cas, il peut jouer un rôle sur le niveau d'eau de la nappe. Cette action est donc fortement liée à la gestion hydraulique (fiche n°6). Elle peut également avoir un effet sur la qualité de l'eau (fiche n°5) : la suppression de la vase réduit la turbidité, et l'amélioration de la circulation de l'eau limite l'accumulation de polluants et de nutriments.

Au cours d'un curage, la végétation fixée au substrat extrait est également éliminée. La végétation aquatique du site est donc impactée (fiche n°7). Suite à une action de restauration par curage, des opérations régulières d'entretien de la végétation aquatique peuvent ralentir le re-comblement. Ces deux actions sont donc liées et peuvent être envisagées de concert. Dans le cas d'une végétation aquatique envahissante, le curage peut participer efficacement à sa régulation (fiche n°10).

En milieu stagnant essentiellement, le curage empêche l'atterrissement et donc limite la pousse de ligneux qui devront être gérés par la suite (fiche n°8). De plus, les opérations de curage couplées à des opérations de dessouchage et de fauche (fiche n°8) sur les zones atterries donnent des résultats intéressants pour la conservation des Odonates et de leurs habitats.

Enfin, les produits peuvent être utilisés pour des opérations de comblements de drains, de créations de hauts-fonds... (fiche n°4).

Bien préparer le terrain

Une bonne connaissance du site (faune, flore, pédologie, hydrologie...) est nécessaire pour choisir de la manière la plus objective possible le profil de curage en fonction de l'objectif de gestion. Il faut évaluer au préalable la profondeur de l'ancien fond (des sondages peuvent être nécessaires) et décider des tronçons ou des surfaces à traiter. Pour les milieux stagnants, le choix du profil et de la profondeur peut avoir un effet sur la durée d'inondation, qui est un paramètre très important pour les Odonates. Certaines espèces sont en effet capables de résister à une période d'assec tandis que d'autres en sont incapables. Ainsi, il faut décider avant le lancement des travaux si le milieu désiré doit être permanent ou temporaire. Une bonne connaissance du fonctionnement hydraulique permet ensuite de définir le profil optimal à mettre en place.

Une fois les choix effectués, la zone doit être repérée sur le terrain le plus précisément possible à l'aide de piquets pour éviter les erreurs lors des travaux. Concernant la profondeur, des instructions très précises doivent être données à l'opérateur. Sur la base des profils choisis, le volume à extraire doit être estimé afin d'anticiper son devenir (utilisation sur place, exportation...).

L'éventuel **impact du curage sur l'écoulement des eaux du site** doit être envisagé, car celui-ci peut être non négligeable et pourrait perturber de manière négative d'autres milieux adjacents (effet drainant en particulier). Pour cela, il faut connaître le fonctionnement hydraulique et les types de sols en présence. Afin d'anticiper les conséquences (parfois mal connues) du curage, il est conseillé de tester au préalable l'action sur de petites surfaces et de suivre la réponse du milieu plutôt que de se lancer dès le début dans un projet de grande ampleur.





Au marais de Liesse-Notre-Dame en Picardie, le curage d'un étang au cours de l'hiver 2006-2007 a permis le retour progressif de la Leucorrhine à large queue (*Leucorrhinia caudalis*). Aujourd'hui, 10 ans après les travaux, les herbiers qui s'y sont développés fournissent des abris aux larves de l'espèce.



Dans le cas de cours d'eau présentant une faune piscicole, le curage peut avoir pour effet de détruire des frayères. Une étude piscicole préalable doit donc être menée afin d'adapter éventuellement le projet.

L'accès aux berges, par des engins ou par la main d'œuvre, peut dégrader fortement la végétation (tassement des sols, piétinement), notamment les petits hélophytes. Il peut donc être utile de bien délimiter les zones de passage pour réduire les conséquences négatives à un secteur restreint.

Pour faciliter les travaux de curage, si le fonctionnement hydraulique du site le permet, il peut être envisagé d'effectuer une vidange (au moins partielle) avant curage. Pour cela, plusieurs possibilités : ouverture au tractopelle d'une brèche dans une digue, pompage, pelle de vidange anciennement installée... Attention, dans le cas d'une vidange par brèche (ouverture de digue), il faut anticiper correctement la reconstruction et prévoir les matériaux nécessaires.

Pompage d'une mare avant curage.



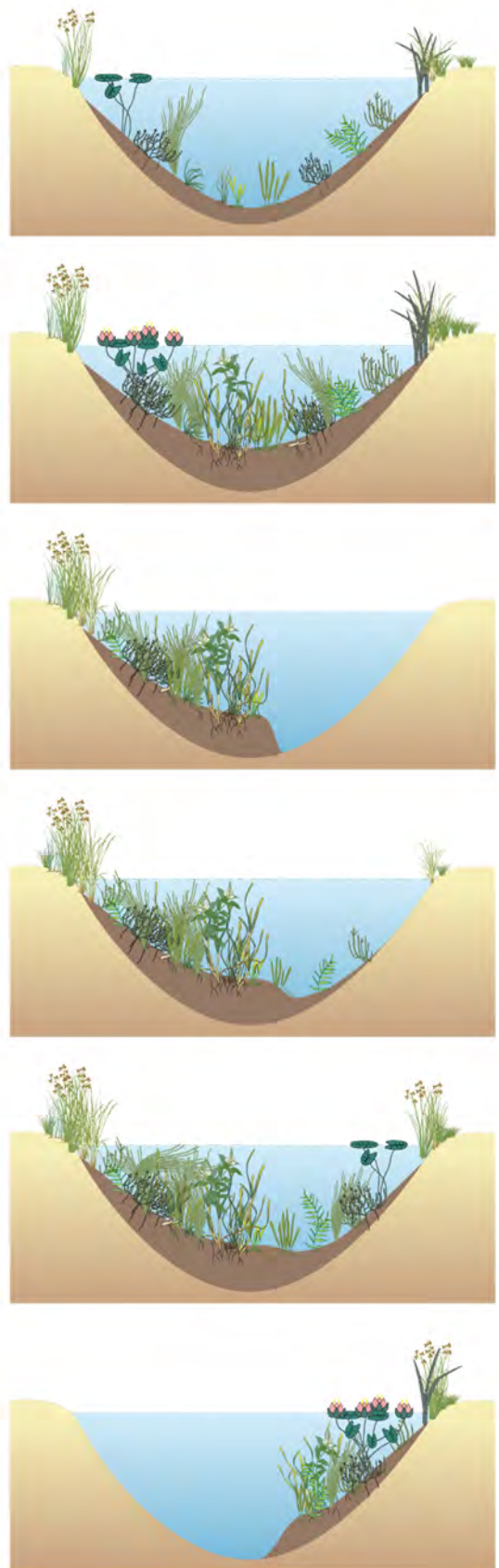
Quelle profondeur et quel profil ?

La profondeur de curage est généralement celle permettant un retour à l'ancien fond. Il peut cependant être décidé de curer à une profondeur moindre pour laisser un peu de substrat sur le fond. Il est par contre recommandé d'éviter de creuser dans le vieux fond. En effet, déstructurer un fond ancien et stabilisé peut avoir des conséquences importantes et difficilement prévisibles sans une étude préalable poussée, notamment sur le plan hydraulique (perte d'étanchéité, augmentation du drainage...).

Le choix du profil dépend essentiellement du type de berges souhaitées (très douces ou plus abruptes). Le long du linéaire d'un cours d'eau ou sur la surface d'un plan d'eau, il peut être intéressant de varier la profondeur et le profil afin de créer de l'hétérogénéité favorable à l'installation des libellules (plages exondables en pente très douce, hauts-fonds, secteurs plus profonds...). De même, si plusieurs milieux doivent être curés (cas d'un réseau de mares par exemple), chaque profil peut être différent afin d'augmenter la diversité des habitats disponibles pour les Odonates.

Pour la même raison, sur un même milieu, il peut être intéressant de ne pas curer la totalité du site afin de conserver un stade de végétation plus avancé pouvant être favorable à certaines espèces (notamment pour la ponte de certains Odonates). De plus, cela limite l'impact sur la faune et la flore en préservant des zones refuges qui permettront une recolonisation plus rapide du milieu. Le curage d'une mare peut être réalisé de manière à développer au maximum l'écotone terrestre/aquatique en choisissant de ne pas curer certaines parties des berges.

Dans le cas des cours d'eau, il est souvent intéressant de ne pas traiter l'ensemble du linéaire en même temps afin de limiter l'impact des travaux sur la faune et la flore locale. Ainsi, les travaux peuvent être segmentés en plusieurs années pendant lesquels les différents tronçons sont curés successivement. Pour les mêmes raisons, les deux berges ne sont pas nécessairement curées ensemble.



Coupe transversale montrant le principe de curage alterné des berges. D'après KIRBY, 2013.

Que faire des produits de curage ?

Selon leur qualité, les produits de curage peuvent parfois être difficiles à valoriser et leur exportation peut dans certains cas s'avérer onéreuse. Il convient donc de solutionner au préalable la façon dont ils vont être traités.

Sur la Réserve naturelle nationale des Manneville (Eure), les produits issus de **curages et étrépages en milieu tourbeux** ont été déposés sur place sur une épaisseur de 30 cm. Des expériences similaires semblaient en effet montrer que la minéralisation de la tourbe étalée était très rapide, entraînant ainsi peu de conséquences. Cette solution réduisait le passage

Dépôt de tourbe issue d'un curage.



d'engins à chenilles, limitant ainsi la déstructuration du sol. Cependant, les gestionnaires ont observé par la suite la colonisation d'espèces non affiliées aux milieux tourbeux (Circe des champs par exemple) sur la zone de tourbe étalée. De plus, lors de la minéralisation, les eaux de ruissellement emportent les sels minéraux qui se déposent dans le milieu curé, accélérant le développement de la végétation et donc son atterrissement.



Si la quantité n'est pas trop importante, il est possible de les épandre sur place, à proximité immédiate de la zone curée. Cependant, certains milieux sont trop sensibles pour qu'une telle opération soit envisageable.

Le long des cours d'eau, les merlons issus des produits de curage peuvent modifier le fonctionnement naturel du milieu, notamment en isolant (partiellement ou totalement) le lit majeur et les annexes hydrauliques du lit mineur. Ces merlons doivent donc si possible être évités ou limités par un épandage sur une plus grande surface.

Les produits peuvent également être utilisés pour refaire ou consolider des digues ou berges du site (selon sa qualité, la vase peut aider à la réimpermeabilisation), ou pour combler des drains, créer des hauts-fonds dans un étang... (cf. fiche n°4). Si le site ne nécessite pas ces interventions, les produits peuvent être fournis à d'autres sites naturels proches, ou à des collectivités pour des aménagements paysagers par exemple. Selon leur qualité, les boues peuvent aussi intéresser des agriculteurs. Enfin, quand ces différentes options ne sont pas envisageables, certains gestionnaires choisissent de les mettre en décharge.

Quand faire les travaux ?

Les actions de curage sont théoriquement possibles toute l'année. Cependant, la fin de l'été et l'automne permettent de limiter le dérangement de l'avifaune et l'impact sur la reproduction des invertébrés. Selon les sites, les conditions météorologiques (qui conditionnent l'inondation et la portance du sol) doivent également être prises en compte. Les contraintes peuvent parfois être nombreuses et contradictoires. Il peut donc être nécessaire de faire des compromis pour choisir la période des travaux.

Quels moyens ?

Si la surface à traiter est importante ou inondée

Il est nécessaire d'utiliser des engins mécaniques : pelleteuse ou drague suceuse si la zone est inondée, bulldozer ou tracto-benne en période d'assec. Sur les sols de faible portance, des engins spécialisés à chenilles larges ou à pneus à basse pression sont indispensables. De plus, pour éviter de trop nombreuses manœuvres, une pelleteuse à tourelle rotative peut faciliter le travail.

Si la surface est limitée et peu ou pas inondée

Il est possible de se passer d'engins mécaniques en utilisant bêches, pelles... Cette solution réduit très fortement la perturbation du milieu mais nécessite par contre plus de main d'œuvre. L'organisation de chantiers de bénévoles ou d'insertion peut permettre d'atténuer le coût des travaux mais nécessite tout de même un encadrement.

Quel entretien après les travaux ?

Le curage n'empêche pas la dynamique de comblement. Il permet simplement de revenir à un état antérieur. Le milieu va donc ensuite progressivement se combler de nouveau. Mais selon les situations, certaines actions peuvent ralentir ce phénomène.



Si le comblement est lié à des débris végétaux issus de la végétation des berges, une gestion de celle-ci (élagage ciblé - cf. fiche n°8) peut être efficace. Une amélioration de la qualité de l'eau et de son fonctionnement hydraulique peut également limiter le phénomène en empêchant le dépôt de vase (fiches n°5 et 6).

En milieux stagnants, la végétation aquatique est parfois majoritairement responsable du comblement, en particulier lorsqu'elle est très développée dans des contextes d'eutrophisation. De même, la colonisation par les hélophytes (roselière en particulier) accélère l'atterrissement. Une gestion régulière de ces végétations (fauche ou pâturage - cf. fiche n°7) est très efficace pour éviter des curages trop fréquents.

Dans certaines situations, l'action de curage peut elle-même favoriser un recomblement très rapide après les travaux. Ceci peut être le cas avec des profils de curage très hétérogènes : un glissement de vase s'observe depuis la zone non traitée vers le secteur curé. En tourbières, des remontées de tourbes ont pu être observées suite à des curages (dans l'année suivant les travaux), entraînant un comblement rapide du milieu et rendant les travaux inefficaces. Pour éviter ou limiter ces remontées, une connaissance pointue du fonctionnement pédologique et hydraulique du site est nécessaire.

Cependant, même avec une étude approfondie, les conséquences de certaines actions sont parfois difficilement prévisibles car les phénomènes sont complexes. Un suivi précis à court et long terme suite aux travaux permet de mieux évaluer les conséquences et l'efficacité de futures opérations. Ce suivi doit intégrer une surveillance de la végétation, notamment pour repérer l'éventuelle apparition d'espèces indésirables (Jussie en particulier).



Creusement

3



Principaux milieux concernés

Un creusement peut théoriquement être réalisé sur n'importe quel type de milieu (terrestre ou humide, naturel ou artificiel). Selon les cas (contexte, profondeur...), il permet de (re)créer de nombreux types de milieux aquatiques.



Espèces PNA concernées

Toutes les espèces d'Odonates peuvent être favorisées par le creusement d'un milieu aquatique si les conditions sont favorables (contexte paysager, fonctionnement hydraulique, végétation aquatique, milieux terrestres environnants...).



Pour en savoir plus...

ARNABOLDI & ALBAN, 2006
 BIOTEC & MALAVOI, 2007
 CERESA, 2012
 CHOLET & MAGNON, 2010
 COPPA, 1989, 2002
 DIREN LIMOUSIN (coord.), 2009
 FORUM DES MARAIS ATLANTIQUES, 2014
 GRASSI (coord.), 2010
 JOIGNEAU-GUESNON *et al.*, 2015
 KIRBY, 2013
 LAFFITTE *et al.*, 2009
 LE BIHAN & BIRARD, 2004
 MERLET *et al.*, 2012
 OERTLI & FROSSARD, 2013
 WILDERMUTH & KÜRY, 2009

Objectifs de l'action

Le creusement consiste à extraire des volumes de sol pour permettre à un milieu humide de s'installer. Il se distingue du curage (fiche n°1) par la nature du sol creusé. En effet, il n'existe pas ou plus de milieu aquatique : il s'agit là de sol essentiellement terrestre (même s'il peut avoir des caractéristiques hydromorphes). Il s'agit donc non pas d'une simple restauration d'un milieu humide préexistant, mais d'actions de réhabilitation (milieu humide ancien et/ou très fortement dégradé) ou de réaffectation (création d'un milieu à la place d'un autre).

La création de mare ou d'étang (quel que soit le milieu d'origine), le reméandrement ou le reprofilage de berges (si celui-ci ne se limite pas à curer une berge comblée) sont concernés par cette fiche action. Le décapage (fiche n°3) peut se rapprocher du creusement, mais la profondeur est généralement moindre. Contrairement à ce dernier, le creusement ne se limite pas forcément à l'horizon organique : les couches minérales (sable par exemple) peuvent aussi être creusées.

Creuser pour les Odonates

Creuser une mare pour les Odonates doit prendre en compte un certain nombre de facteurs afin d'héberger rapidement et durablement de nombreuses espèces, ou tout au moins les espèces souhaitées. L'environnement de l'habitat doit être suffisamment riche et peu perturbé pour permettre aux imagos d'assurer leurs divers comportements. Un contexte paysager riche en habitats aquatiques proches assurera quant à lui une évolution plus favorable du milieu nouvellement créé.

L'action de creusement peut aussi se concevoir pour d'autres milieux que les mares : étangs, milieux courants... Dans tous les cas, il s'agit de (re)créer des habitats favorables aux Odonates, et donc de moduler les paramètres (profondeur, pente, surface...) en fonction des exigences des espèces visées.

Interactions avec les autres actions et fiches liées

Le creusement peut avoir des effets importants sur le fonctionnement hydraulique du site, surtout s'il se fait en milieu humide. Il peut ainsi influencer sur la nappe et donc sur les milieux aquatiques voisins. En eau courante, les conséquences de cette opération sont encore plus évidentes car c'est le cheminement de l'eau qui est modifié. Cette action est donc fortement liée à la gestion hydraulique (fiche n°6).

Suite à une action de creusement, un entretien régulier de la végétation aquatique (fiche n°7) peut être envisagé afin de ralentir la dynamique de comblement du milieu créé et des opérations occasionnelles de curage (fiche n°1) peuvent s'avérer nécessaires quelques années après les travaux.

Enfin, les produits issus de l'opération peuvent être utilisés pour des comblements de drains, des créations de hauts-fonds, d'îlots, de digues... (fiche n°4).

Bien préparer le terrain

Une très bonne connaissance du site (faune, flore, pédologie, hydrologie...) est nécessaire pour choisir de la manière la plus objective possible le lieu, la surface et le profil de creusement en fonction de l'objectif de gestion. En effet, ce n'est pas une action anodine : il s'agit de remplacer un milieu par un autre. Il faut donc être conscient de ce qui va disparaître de l'ancien milieu et des potentialités du nouveau, et ceci pour l'ensemble de la faune et de la flore.

L'impact éventuel du creusement sur le fonctionnement hydraulique du site doit être envisagé, car celui-ci peut être non négligeable et pourrait perturber de manière négative d'autres milieux (effet drainant en particulier). Pour cela, des connaissances fines de l'hydrologie (nappes, écoulements, ruissellements) et de la pédologie (perméabilité en particulier) sont utiles.

Une fois les choix effectués, la zone doit être repérée sur le terrain le plus précisément possible à l'aide de piquets pour éviter les erreurs lors des travaux. Concernant la profondeur, des instructions très précises doivent être données à l'opérateur. Sur la base des profils choisis, le volume à extraire doit être estimé afin d'anticiper son devenir (utilisation sur place, exportation...).

Délimitation de la zone de travaux.



Le choix du profil et de la profondeur peut avoir un **effet sur la durée d'inondation, qui est un paramètre très important pour les Odonates**. Ainsi, il faut décider avant les travaux si le milieu doit être permanent ou temporaire, ou quels types d'écoulements sont attendus pour les milieux courants. Une bonne connaissance du fonctionnement hydraulique permet ensuite de définir le profil optimal.



Quelle taille, quelle profondeur et quel profil ?

En milieu lentique

Plus le milieu créé présentera des caractéristiques variées et plus il sera accueillant pour les Odonates. Ainsi, la réalisation d'un bord sinueux, de profils et de profondeurs hétérogènes et diversifiés (plages exondables, différents profils de pente, hauts-fonds, secteurs plus profonds inondés en permanence...) permettra de maximiser les écotones et donc les microhabitats disponibles pour les libellules. Dans le cas d'un réseau de mares, chaque profil créé peut être différent. Enfin, si la mare creusée a vocation à être utilisée comme

abreuvoir pour du bétail, l'adéquation du projet avec l'installation de libellules n'est pas incompatible : une partie du profil des berges peut favoriser l'accès aux animaux tandis que l'autre partie, éventuellement protégée par une clôture, sera dédiée aux Odonates.

La taille du milieu créé dépendra principalement de l'espace disponible, des moyens et des espèces attendues. Dans le cas d'un réseau de mares, des superficies et profondeurs variées permettront de favoriser la diversité d'habitats et d'hydropériodes disponibles. Le creusement peut se faire en plusieurs étapes avec des agrandissements les années suivantes. La dimension peut influencer fortement le cortège d'espèces qui s'y installera. Par exemple, en tourbière, mieux vaut privilégier de très petites fosses car des mares trop grandes pourraient favoriser des espèces généralistes et/ou à forte territorialité (*Anax imperator* notamment) plutôt que les espèces spécialistes attendues.

Le choix du contour de creusement d'une mare peut aussi tenir compte de la végétation terrestre déjà installée sur le site, notamment pour gérer l'exposition au soleil, ou pour préserver des supports de ponte pour certaines espèces. Ainsi, selon les espèces souhaitées, il peut être intéressant de longer les ligneux déjà en place. En Camargue, lors du creusement d'une mare pour le Leste à grands stigmas (*Lestes macrostigma*), les touffes de Jonc piquant (*Juncus acutus*) ont été spécialement conservées directement sur la berge de la future mare car les tiges mortes de cette plante servent de support de ponte pour l'espèce. La présence de ligneux à bois tendres (principalement saules et aulnes) en bordure de plan d'eau favorise également l'installation du genre *Chalcolestes*, dans l'écorce desquels les œufs sont pondus. Indirectement, ce type de creusement favorise également un contour sinueux et donc une diversité morphologique des berges.



Mare nouvellement créée en contexte forestier.

Afin de favoriser la colonisation du nouveau site par les Odonates puis les échanges d'individus, il faut tenir compte des milieux similaires existants à proximité pour choisir l'emplacement du milieu à créer. Si un réseau de mares est conçu, les distances entre elles doivent être adaptées aux capacités de dispersion des espèces attendues.



En milieu lotique

Dans un contexte d'eau courante, cette action vise à redonner au cours d'eau un fonctionnement plus naturel, par le biais d'un reméandrement par exemple. Pour tenir compte de cet objectif, le choix du tracé, sa profondeur ainsi que le profil des berges devront être le plus naturel possible. Si un ancien lit est encore visible (topographie, végétation, type de sol...), il est généralement conseillé de le suivre au plus près. Si aucun ancien cours n'est visible ou si l'emprise foncière de l'ancien lit n'est pas ou plus disponible, il faut tenter de se rapprocher au maximum d'un lit naturel : tracé sinueux, mise en place de bancs alluviaux alternés... Ceci nécessite de bonnes connaissances hydrologiques et pédologiques car les méandres dépendent notamment du débit, de la topographie et du type de sol.

De même qu'en conditions lentiques, plus le milieu nouvellement créé présentera des caractéristiques variées et plus il sera favorable à l'installation d'une faune diversifiée.

Reméandrement du Dugeon, dans le massif du Jura.



Que faire des produits du creusement ?

Selon leur qualité, les produits du creusement peuvent parfois être difficiles à valoriser et leur exportation peut s'avérer onéreuse.

Si la quantité n'est pas trop importante, il est possible de les épandre sur place, à proximité immédiate de la zone creusée, éventuellement en créant de petites buttes pouvant servir de points d'observation. Cependant, certains milieux sensibles ne sont pas compatibles avec une telle opération.

Les produits peuvent également être utilisés pour reconstruire ou consolider des digues ou berges du site, ou pour combler des drains, créer des hauts-fonds dans un étang... (cf. fiche n°4). Si le site ne nécessite pas ces interventions, les produits peuvent être fournis à d'autres sites naturels proches ou à des collectivités pour des aménagements paysagers par exemple. En fonction de leur qualité, les terres ainsi exportées peuvent aussi intéresser des agriculteurs. Quand ces différentes options ne sont pas possibles, certains gestionnaires choisissent de les mettre en décharge.

Quand faire les travaux ?

Les actions de creusement sont théoriquement possibles toute l'année. Outre le dérangement de la faune, les principales contraintes dans le choix de la période de mise en œuvre sont la portance du sol et l'inondation car les engins mécaniques doivent pouvoir passer sans risque de s'enliser. C'est pour cette raison que d'une manière générale, ce type d'action est réalisé à l'étiage (donc généralement à l'automne), avant la remontée de la nappe.

Quels moyens ?

Si la surface à traiter est importante

Il est nécessaire d'utiliser des engins mécaniques : pelleteuse, bulldozer, tractopelle, tracto-benne... Sur les sols de faible portance, des engins spécialisés à chenilles larges ou à pneus à basse pression sont indispensables. De plus, pour éviter de trop nombreuses manœuvres, une pelleteuse à tourelle rotative peut faciliter le travail.

La durée de l'opération dépend principalement de la surface et de la profondeur à creuser, mais aussi du type de sol. À titre d'exemple, dans le marais de Charamel (Isère), en roselière habituellement partiellement inondée mais vidangée pour les travaux, le creusement de 3 mares de 1 000 m² chacune avec une pelle mécanique et un bulldozer a duré 10 jours pour un coût total de 3 000 € (dont 2 000 € de location des engins). En comparaison, sur l'étang Bigot (Loire), le terrassement sur 4 000 m² d'une roselière atterrie avec le même matériel a demandé 3 semaines et la réalisation par un prestataire a coûté 18 000 €. La différence de temps et de coût au mètre carré est importante.

Le coût de l'exportation des produits peut représenter une part importante du budget total (parfois plus de la moitié). Il faut donc estimer au plus juste le volume total de produits à exporter afin de le prendre en compte dans le budget global des travaux. Au total, le mètre cube peut revenir à plusieurs dizaines d'euros.



Chantier bénévole de creusement d'une mare.



Si la surface est limitée et le sol meuble

Il est alors possible de se passer d'engins mécaniques en utilisant bèches, houes...

Cette solution réduit très fortement la perturbation du milieu mais nécessite par contre plus de main d'œuvre. L'organisation de chantiers bénévoles ou d'insertion peut permettre d'atténuer le coût des travaux mais nécessite tout de même un encadrement.

Quel entretien après les travaux ?

Après des travaux de creusement, il est indispensable de suivre l'effet sur le fonctionnement hydraulique du site. En effet, même avec une étude préalable approfondie, les conséquences de certaines actions sont parfois difficilement prévisibles car les phénomènes sont complexes. Un suivi précis à court et long terme suite aux travaux permet de mieux évaluer les conséquences et l'efficacité de futures opérations.

Ce suivi doit intégrer une surveillance de la végétation, notamment pour repérer l'éventuelle apparition d'espèces indésirables (Jussie en particulier).

En milieu stagnant particulièrement, le suivi permet également d'envisager des actions d'entretien courant pour éviter un développement excessif de la flore qui entraînerait rapidement un comblement de la zone creusée. La fauche régulière ou le pâturage peuvent répondre à cette problématique (cf. fiche n°8).

La vitesse de végétalisation peut être très variable, notamment en fonction des milieux alentours. Ainsi, une mare située à proximité immédiate d'une roselière va rapidement être colonisée (en quelques années) si aucun entretien n'est mené. Inversement, dans une tourbière des Ardennes, les gestionnaires estiment que les fosses d'eau libre ont une durée de vie de 20 ans sans intervention humaine.

Suite à des actions de reméandrement ou de reprofilage de berges, la bonne **stabilisation des berges créées** doit être suivie attentivement. La **colonisation naturelle par la végétation** la favorise, mais il peut parfois être nécessaire de mener des opérations d'implantation végétale (cf. fiche n°9). Cependant, un des objectifs du reméandrement est de permettre au cours d'eau de retrouver un **fonctionnement plus naturel**. Il est donc normal d'observer des modifications du tracé et des déplacements de matériaux au cours des premières années suivant les travaux.





Étrépage et décapage

2

3



Principaux milieux concernés

Les actions d'étrépage et de décapage peuvent être réalisées sur tous les milieux stagnants, mais principalement sur les zones humides temporaires ou présentant une très faible profondeur d'eau (marais, prairies humides, roselières, tourbières, zones littorales des plans d'eau...).



Espèces PNA concernées

Toutes les espèces de milieux stagnants peu profonds peuvent être concernées : *Aeshna caerulea*, *Coenagrion lunulatum*, *Lestes macrostigma*, *Leucorrhinia albifrons*, *L. caudalis*, *L. pectoralis*, *Nehalennia speciosa*, *Sympecma paedisca*, *Sympetrum depressiusculum*.



Pour en savoir plus...

BERENGER & MARCIAU (coord.), 2007
 CERESA, 2012
 CHOLET & MAGNON, 2010
 CRASSOUS & KARAS, 2007
 FORUM DES MARAIS ATLANTIQUES, 2014
 KIRBY, 2013
 LE BIHAN & BIRARD, 2004
 MIQUET & FAVRE (coord.), 2007
 WILDERMUTH & KÜRY, 2009

Objectifs de l'action

L'objectif des actions d'étrépage et de décapage vise à rajeunir la végétation existante en retirant la couche superficielle du sol, permettant ainsi à une flore pionnière de se développer. Très utilisé en tourbières, l'étrépage permet de redynamiser localement la production de tourbe. Cette action peut aussi s'avérer utile pour remonter légèrement le niveau relatif de l'eau d'une zone humide et donc de réduire les périodes d'assec.

L'étrépage et le décapage sont principalement des **actions de restauration** utilisées lorsque le milieu est dégradé à cause d'un trop grand développement de la végétation. Relativement **légères et limitées dans le temps et l'espace**, ces actions d'appauvrissement volontaire permettent de revenir à un état plus pionnier en favorisant par la suite sa renaturation. Dans certains cas, **le décapage peut participer à des travaux de réhabilitation ou de réaffectation**, en particulier lorsque certaines zones humides sont très fortement atterries.



L'étrépage, le décapage et les Odonates

Les opérations d'étrépage et de décapage peuvent augmenter localement les surfaces en eau, mais favorisent aussi le retour à une végétation pionnière pouvant être plus adéquate pour la ponte ou la maturation de certaines libellules.

Ces actions permettent donc de retrouver une plus large diversité de milieux disponibles. Par exemple, dans les tourbières et marais, les gouilles créées par étrépage fournissent des habitats de reproduction pour des espèces localement rares ou menacées, telles que *Sympetrum flaveolum* ou encore *S. danae*. En bordure de mares, l'étrépage peut également bénéficier à *Coenagrion lunulatum* en favorisant un faciès de cariçaie.

Interactions avec les autres actions et fiches liées

En rajeunissant la végétation et en éliminant une partie du sol, cette action contribue à lutter contre l'atterrissement et un développement trop important de la végétation. Elle va donc dans le même sens que le curage (fiche n°1) ou la gestion de la végétation (fiches n°7 et 8). L'étrépage peut d'ailleurs être réalisé en complément à un curage de mare, sur sa bordure, pour prolonger la berge en pente douce. Suite à un étrépage ou un décapage, les actions de gestion de la végétation (pâturage en particulier) peuvent permettre de prolonger le bénéfice de l'action en limitant la reprise de la végétation.

Cette action peut également avoir des conséquences sur la gestion hydraulique (fiche n°6) et la gestion des espèces indésirables (exotiques envahissantes en particulier - fiche n°10).

Enfin, les produits peuvent être utilisés pour des opérations de comblements de drains, de créations de hauts-fonds... (fiche n°4).

Bien préparer le terrain

Une bonne connaissance du site (flore, pédologie...) est nécessaire pour choisir de la manière la plus objective possible où réaliser l'étrépage ou le décapage, sur quelle surface et à quelle profondeur. Une fois la décision prise, la zone à traiter doit être repérée sur le terrain le plus précisément possible à l'aide de piquets pour éviter les erreurs lors des travaux. Concernant la profondeur, des instructions très précises doivent être données à l'opérateur. Sur la base des profils choisis, le volume à extraire doit être estimé en amont des travaux afin d'anticiper son devenir (utilisation sur place, exportation...).

Quelle profondeur et quelle surface ?

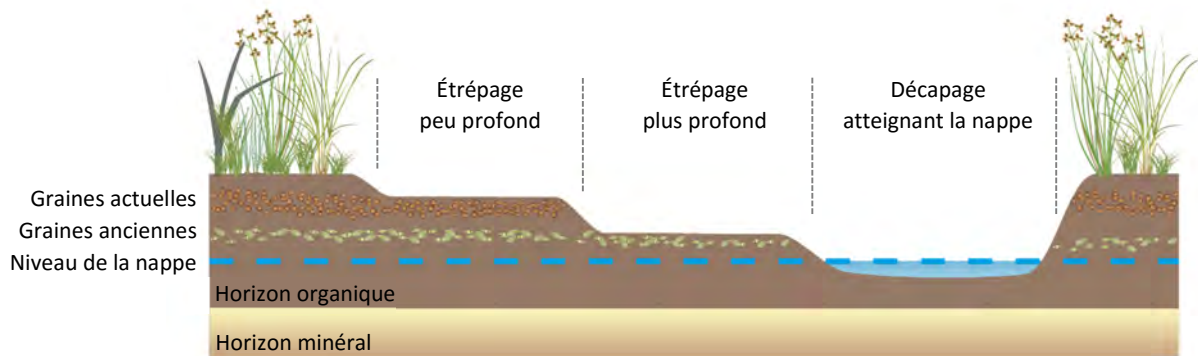
La principale question que le gestionnaire doit se poser concerne la profondeur de creusement. C'est d'ailleurs ce paramètre qui distingue l'étrépage du décapage. L'étrépage supprime une faible épaisseur dans l'horizon organique, l'objectif étant d'atteindre la banque de graines anciennes enfouie sous les couches récentes de terre. En général, une couche de 10 à 20 cm est enlevée, mais cela dépend beaucoup du site (végétation, type de sol, historique...). Le décapage est plus profond et élimine une partie importante de la couche organique pour se rapprocher des horizons minéraux.

Un étrépage sur une profondeur trop faible (quelques centimètres) ne sera généralement pas suffisant car les graines mises à jour seront les mêmes que celles présentes en surface : la végétation qui se développera sera alors la même que celle extraite.

Opération d'étrépage en contexte tourbeux dans une Réserve biologique dirigée.



Sur une même zone, il est possible de prévoir plusieurs profondeurs différentes (en escalier, en pente douce ou en plusieurs zones) afin de favoriser la biodiversité en créant de l'hétérogénéité. De plus, en cas de doute sur la profondeur idéale, ce procédé permet d'expérimenter et de suivre la repousse de la végétation durant les mois et années qui suivent la mise en place de l'étrépage. Il sera ensuite possible de recommencer l'opération sur une surface plus importante avec la profondeur ayant donné les meilleurs résultats.



Exemples de différentes profondeurs d'étrépage et décapage.

Une **expérience de décapage de roselière à différentes profondeurs** a été menée en Suisse dans le complexe marécageux de la Grande-Cariçaie où se développent plusieurs libellules dont *Aeshna affinis* et *Somatochlora flavomaculata*. Sur un total de 0,5 ha traité, une partie a été étrépee (20 cm dans l'horizon organique), l'autre décapée (30 cm en limite de l'horizon sableux et 40 cm dans l'horizon sableux). Dix ans après, une phragmitaie colonise progressivement les deux parties les plus profondes et une succession de végétation pionnière s'observe dans la partie étrépee. L'ensemble présente une hétérogénéité très favorable à la biodiversité. Les gestionnaires estiment qu'il faudrait mener cette action tous les 25 ans.



La surface d'étrépage peut être très variable selon le milieu, la surface totale du site, l'hétérogénéité de la végétation et les résultats attendus. Ainsi, la surface peut aller de quelques mètres carrés, pour rajeunir la berge d'une mare ou pour créer une zone pionnière dans une petite tourbière, à presque un hectare, en roselière par exemple. Si le but est de traiter un milieu très dégradé, une grande surface peut être étrépee ou décapée en une seule fois. Par contre, si l'objectif est de créer une hétérogénéité dans les stades de végétation, mieux vaut privilégier de petites surfaces, quitte à multiplier les zones opérées sur différentes profondeurs et sur plusieurs années.

Dans le cas d'un décapage visant à atteindre la nappe pour obtenir de l'eau libre, la surface peut influencer fortement le cortège d'espèces qui s'y installera. Par exemple, en tourbière, mieux vaut privilégier de très petites fosses (gouilles) car des mares trop grandes pourraient favoriser des espèces généralistes et/ou à forte territorialité (*Anax imperator* notamment) plutôt que les espèces spécialistes attendues.

Que faire des produits d'étrépage et de décapage ?

Selon leur qualité, les produits d'étrépage et de décapage, peuvent parfois être difficiles à valoriser et leur exportation peut s'avérer onéreuse.

Si la quantité n'est pas trop importante, il est possible de les épandre sur place, à proximité immédiate de la zone étrépee. Cependant, la sensibilité de certains milieux ne permet pas un épandage sur place. Sur la Réserve naturelle nationale des Mannevides (Eure), suite à des curages et étrépages en milieu tourbeux, les produits ont été déposés sur place sur une épaisseur de 30 cm. En effet, des expériences similaires semblaient montrer que la minéralisation de la tourbe étalée était très rapide, entraînant ainsi peu de conséquences. Cette solution réduisait le passage d'engins à chenilles, limitant ainsi la déstructuration du sol. Cependant, les gestionnaires ont observé la colonisation d'espèces non affiliées aux milieux tourbeux (Circe des champs par exemple) sur la zone de tourbe étalée. De plus, lors de la minéralisation de cette dernière, les eaux de ruissellement emportent les sels minéraux qui se déposent alors dans les milieux aquatiques voisins, ce qui accélère le développement de la végétation et donc leur atterrissement.

Les produits peuvent également être utilisés pour reconstruire ou consolider des digues du site, combler des drains, créer des hauts-fonds dans un étang... (cf. fiche n°4). Si le site ne nécessite pas ces interventions, les produits peuvent être fournis à d'autres sites naturels proches ou à des collectivités pour des aménagements paysagers par exemple. Selon leur qualité, les terres peuvent aussi intéresser des agriculteurs. Quand ces différentes options ne sont pas possibles, certains gestionnaires choisissent de les mettre en décharge.

Quand faire les travaux ?

Les actions d'étrépage et de décapage sont théoriquement possibles toute l'année. Le choix se fera principalement en fonction des conditions météorologiques (qui conditionnent l'inondation et la portance du sol) et du dérangement de la faune. Selon les sites, les contraintes peuvent être nombreuses et contradictoires. Il est donc parfois nécessaire de faire des compromis pour choisir la période des travaux.

Quels moyens ?

Si la surface à traiter est importante

Il est nécessaire d'utiliser des engins mécaniques tels que pelleteuse, bulldozer, tractopelle, tracto-benne... Sur les sols de faible portance, des engins spécialisés à chenilles larges ou à pneus à basse pression sont indispensables. Pour éviter de trop nombreuses manœuvres, une pelleteuse à tourelle rotative peut faciliter le travail.

Si la surface est limitée et le sol meuble

Il est alors possible de se passer d'engins mécaniques en utilisant bèches, houes... Cette solution réduit très fortement la perturbation du milieu mais nécessite par contre plus de main d'œuvre. L'organisation de chantiers bénévoles ou d'insertion peut permettre d'atténuer le coût des travaux mais nécessite tout de même un encadrement.

Quel entretien après les travaux ?

Les actions d'étrépage et de décapage ont pour conséquence un rajeunissement de la végétation. Cependant, ce n'est pas un état stable : la dynamique naturelle entraînera progressivement une évolution menant souvent à un retour plus ou moins rapide à la végétation présente avant les travaux.

Une expérience d'étrépage en pente douce sur 1 000 m² menée en Haute-Normandie sur la tourbière du Marais-Vernier a montré 5 ans après la réalisation des travaux une forte colonisation par la végétation de la prairie environnante, indiquant une évolution plutôt rapide. La partie la plus basse présentait encore une végétation pionnière, mais sur une faible surface seulement. Selon la dynamique de la végétation, l'effet bénéfique de l'étrépage peut donc être très temporaire. Aussi, une action d'entretien pour ralentir le développement de la végétation peut être nécessaire. Le pâturage, notamment grâce au piétinement des animaux qui remet certaines zones à nu, peut notamment s'avérer efficace (cf. fiche n°8).

De nombreux gestionnaires ont également mis en évidence une recolonisation rapide de la végétation en roselière. Ce type de travaux serait à renouveler tous les 5 ans environ.

Étrépage sur la Réserve naturelle nationale des Manneville.

Notez la présence de piquets permettant de délimiter précisément la surface à traiter.





Apport de matériaux

2

3



Principaux milieux concernés

Tous les milieux peuvent être concernés.



Espèces PNA concernées

Toutes les espèces prioritaires du PNA peuvent en bénéficier.

Objectifs de l'action

Dans les milieux courants, notamment ceux de taille moyenne ou grande, l'objectif est souvent de réalimenter la charge sédimentaire pour recréer un fonctionnement plus naturel. Suite à l'apport de matériaux, l'eau entraîne ces derniers et les redépose en fonction des courants créant des systèmes de radiers qui permettent une diversité des écoulements et des microhabitats.

Dans les marais, tourbières et prairies humides, les matériaux servent principalement à combler des fossés pour réduire les effets du drainage en remontant le niveau d'eau et limiter ses variations d'amplitude. Ce soutien de la nappe d'étiage évite ainsi l'assèchement de ces milieux fragiles.

L'apport de matériaux est généralement une action de restauration, mais peut parfois également s'employer en tant que réhabilitation, par exemple dans le cas de la suppression d'éléments de drainage d'un marais très asséché.

Dans les grandes mares et étangs (pour lesquels la profondeur et le profil sont parfois peu adaptés à la biodiversité), la création de hauts-fonds ou d'îlots permet de diversifier les milieux disponibles (notamment par l'installation d'une végétation particulière) et de créer des microhabitats favorables aux Odonates.



L'apport de matériaux et les Odonates

L'apport de matériaux peut permettre de répondre à diverses problématiques selon les objectifs de gestion et le type de milieux dont il s'agit. L'intérêt pour les Odonates est donc tout aussi varié.

Les effets attendus visent le fonctionnement hydraulique du site (courant ou stagnant, permanent ou temporaire), mais peuvent également modifier le profil du sol (pente et type de matériau) et donc influencer indirectement l'installation de la végétation. Ces derniers fournissent des habitats de ponte et de développement larvaire indispensables au bon développement des libellules. Cette action peut donc fortement modifier le cortège d'espèces présentes, en fonction de leurs exigences écologiques (type de substrat par exemple).



Pour en savoir plus...

BIOTEC & MALAVOI, 2007
 CERESA, 2012
 CHOLET & MAGNON, 2010
 DIREN LIMOUSIN (coord.), 2009
 FORUM DES MARAIS ATLANTIQUES, 2014
 GROSVERNIER & STAUBLI, 2009
 MAGNON, 2013
 MICHELOT, 1995
 WILDERMUTH & KÜRY, 2009

Interactions avec les autres actions et fiches liées

L'apport de matériaux a généralement une action sur le fonctionnement hydraulique du milieu. Il est conseillé de se reporter à la fiche n°6 pour plus d'informations. Dans certains cas, l'apport de matériaux peut constituer une solution d'amélioration du fonctionnement hydraulique.

Dans les milieux stagnants, le comblement de drains ou la création de hauts-fonds peuvent entraîner une modification de la végétation du site. Ainsi, la suppression de drains crée une inondation plus prolongée qui permet de limiter le développement d'espèces terrestres et donc leur gestion future (fiche n°8). Inversement, la création de hauts-fonds peut favoriser l'installation de plantes aquatiques, notamment d'hélophytes qui peuvent ensuite nécessiter un entretien spécifique et régulier (par fauche ou pâturage – fiche n°7).

Sur les berges des milieux courants, l'apport de matériaux peut favoriser l'implantation de végétaux et peut faire partie intégrante d'actions de génie végétal (fiche n°9).

Les matériaux apportés peuvent être issus d'une action d'extraction (curage, creusement, étrépage ou décapage – fiches n°1 à 3) menée à proximité. Une coordination temporelle, notamment pour limiter les frais liés à la location de matériel, est donc nécessaire entre ces actions.

Bien préparer le terrain

Quel que soit l'objectif, les volumes nécessaires à la mise en œuvre de l'action doivent être estimés précisément et leur source identifiée, notamment pour anticiper les coûts de transport.

En ce qui concerne les apports sédimentaires des cours d'eau, une étude hydrologique préalable est indispensable. Elle doit permettre d'apporter des réponses sur le type de matériaux (granulométrie en particulier), les volumes et le (ou les) lieu(x) de dépôt. Le choix de ce dernier doit tenir compte de la capacité du cours d'eau à déplacer la charge : il peut être parfois nécessaire de déposer les sédiments bien en amont de la zone que l'on souhaite recharger.

Pour les travaux de comblement de drains ou de création de hauts-fonds, les zones de dépôts doivent être repérées sur le terrain le plus précisément possible à l'aide de piquets pour éviter les erreurs lors des travaux. Concernant la profondeur et le profil (pente en particulier), des instructions très précises doivent être données à l'opérateur.

Pour faciliter les travaux, et si le fonctionnement hydraulique du site le permet, il peut être envisagé d'effectuer préalablement une vidange (au moins partielle). Pour cela, plusieurs possibilités : ouverture au tractopelle d'une brèche (ouverture de digue) dans une digue, pompage, pelle de vidange anciennement installée... Attention, dans le cas d'une vidange par brèche, il faut anticiper correctement la reconstruction et prévoir les matériaux nécessaires.

Quelles actions ?

En milieu lentique

Dans les étendues d'eau (mares, étangs...), lors de la création de hauts-fonds ou d'îlots, le choix des paramètres (profondeur, taille, nombre) doit permettre une hétérogénéité maximale dans le milieu, l'idéal étant de varier les profils. L'apport de matériaux et surtout son profilage (terre, vase, selon la source et la nature du fond initial) peut être facilité par une vidange du milieu, au moins partielle.

Dans les marais et tourbières, l'apport de matériaux sert souvent à modifier les conditions hydrauliques (rehaussement des niveaux d'eau en particulier). Cette opération peut être effectuée en procédant à un bouchage des fossés et drains, par exemple à partir de matériaux prélevés sur place (dans le cadre d'un étrépage). Il n'est pas toujours nécessaire de boucher l'ensemble des fossés. La création de bouchons, longs de quelques mètres à quelques dizaines de mètres et régulièrement espacés, peut suffire à une bonne efficacité tout en limitant les coûts et l'impact sur le milieu par le passage des engins et par le prélèvement des matériaux si ceux-ci sont pris sur place.

Dans certains cas, il peut être nécessaire d'associer la terre (ou la tourbe dans le cas de tourbières) à des panneaux de bois qui assurent des points de blocage. Une moyenne de 1 panneau tous les 10 mètres permet une bonne efficacité. Les panneaux peuvent déborder de part et d'autre du fossé (au moins un mètre) pour éviter un drainage latéral. L'intérêt des panneaux de bois est particulièrement important dans les cas où le fossé présente une pente. Un ancrage des ouvrages dans le substrat minéral est alors nécessaire.

Suppressions de drains avec pose de panneaux de bois et remplissage avec de la sciure dans un bas marais du Doubs.



En complément de la terre ou de la tourbe, il est possible de remplir le fond du fossé avec de la sciure qui sera ensuite recouverte. En tourbière, pour éviter le dessèchement de la tourbe ajoutée en surface, un paillage peut être nécessaire.

Si les conditions sont favorables et si l'état du site n'est pas trop dégradé, il n'est pas toujours nécessaire d'apporter des matériaux : dans certains cas la non-intervention peut s'avérer suffisante, dans d'autres les effets d'actions annexes remplissent ce rôle. Le gestionnaire d'une tourbière de Normandie a ainsi observé un comblement naturel des drains sur son site suite à des opérations de déboisement et de mise en pâture. Ces actions ont notamment eu pour résultat de rouvrir le milieu, favorisant le développement des herbacés et l'accélération de l'atterrissement des drains. De plus, le piétinement généré par la mise en pâture a contribué à atténuer la hauteur des berges.



En milieu lotique

Il s'agit souvent d'apporter des matériaux qui serviront de base à la mise en place naturelle de bancs alluviaux pour obtenir une alternance de mouilles et de radiers. La granulométrie doit donc être adaptée en fonction de la puissance du cours d'eau. Un mélange de différentes granulométries est d'ailleurs possible, permettant une variété de substrats sur le fond. Le ou les lieux d'apport des matériaux doit être déterminé par l'étude hydraulique. Celle-ci doit être capable d'estimer, en fonction de la granulométrie, quel sera le déplacement des produits apportés.

La mise en place de certains éléments permet une diversification des écoulements tout en favorisant l'oxygénation de l'eau : cailloux, blocs, épis, rondins, déflecteurs... Ils permettent d'initier des zones d'accumulation sédimentaire. Ainsi, il est possible d'orienter l'aspect du lit de la rivière en fonction des enjeux et des objectifs. Cependant, il faut toujours veiller à ne pas trop contraindre le cours d'eau : son fonctionnement doit rester le plus naturel possible, notamment en ce qui concerne la mobilité du lit.

Dans le cas de cours d'eau recalibrés (profondeur et/ou largeur artificiellement augmentées), les matériaux apportés doivent permettre de réduire la taille du lit mineur pour que celui-ci retrouve un profil plus naturel.

La création d'un seuil artificiel, ici par l'apport de blocs rocheux, permet de varier les écoulements.



Quels matériaux utiliser ?

En milieu lentique

L'idéal est de profiter d'opérations de curage, de creusement ou d'étrépage pour récupérer les matériaux extraits. De même, des opérations de bûcheronnage permettent d'obtenir de la sciure ou du bois raméal fragmenté pouvant servir à boucher les fossés.

S'il n'y a pas d'opérations de ce type menées sur le site mais que les matériaux peuvent être trouvés sur place (en creusant à proximité par exemple), il peut être intéressant de réfléchir en amont à ce creusement (localisation, profil...), afin de créer un milieu favorable à la biodiversité plutôt qu'un simple trou (se reporter à la fiche n°2).

En milieu lotique

Les matériaux nécessaires pour les milieux courants peuvent être plus difficiles à trouver, d'autant qu'il faut parfois des volumes importants. Des opérations de curage réalisés sur des annexes fluviales (bras morts par exemple) peuvent fournir des matériaux adaptés car issus de la vallée alluviale. Si les travaux sont associés à une renaturation de berges, les éventuels blocs rocheux enlevés peuvent être réutilisés pour créer des épis.

Quand faire les travaux ?

Cette action peut théoriquement se faire toute l'année. Cependant, pour faciliter les travaux, il vaut souvent mieux privilégier la période d'étiage. Les problématiques de dérangement de la faune et de sensibilité de la flore doivent aussi être prises en compte, en particulier si une vidange doit être réalisée.

Quels moyens ?

Si des volumes importants sont apportés, il est nécessaire d'utiliser des engins mécaniques tels que pelleteuse, bulldozer ou tractopelle. Sur les sols de faible portance, des engins spécialisés à chenilles larges ou à pneus à basse pression sont indispensables. De plus, pour éviter de trop nombreuses manœuvres, une pelleteuse à tourelle rotative peut faciliter le travail.

Si les volumes sont peu importants, il est possible de se passer d'engins mécaniques : bêches, pelles, brouettes... peuvent faire l'affaire. Cette solution réduit très fortement la perturbation du milieu. Par contre elle nécessite plus de main d'œuvre. L'organisation de chantiers bénévoles ou d'insertion peut permettre d'atténuer le coût des travaux mais nécessite tout de même un encadrement.

Le temps passé est très variable en fonction du volume apporté, de la nécessité de profiler et du matériel utilisé (manuel ou mécanique). Le comblement de drains, s'il nécessite des travaux particuliers (pose de panneaux de bois par exemple), peut impliquer un temps beaucoup plus important qu'un simple dépôt de matériaux.

Quel entretien après les travaux ?

Suite aux travaux, il est indispensable de suivre l'effet sur le fonctionnement hydraulique du site. En effet, même avec une étude préalable approfondie, les conséquences de certaines actions sont parfois difficilement prévisibles car les phénomènes sont complexes. Un suivi précis à court et long terme permet de mieux évaluer les conséquences et l'efficacité de futures opérations. Ce suivi doit intégrer une surveillance de la végétation, notamment pour repérer l'éventuelle apparition d'espèces indésirables.

Suite à la création de hauts-fonds ou d'îlots dans des mares ou petits étangs, la dynamique de comblement peut se trouver accélérée. Un suivi de l'envasement est donc nécessaire. Une gestion régulière de la végétation (hydrophytes et héliophytes) peut limiter ce phénomène (cf. fiches n°7 et 8). Si une opération de curage s'avère indispensable, elle doit être menée en veillant à maintenir les hauts-fonds créés. Si les suivis ont montré qu'ils sont inadaptés, il est possible de profiter de l'opération de curage pour les réduire, les reprofiler ou les déplacer.

En ce qui concerne le reméandrement ou le reprofilage de berges, la colonisation de la végétation doit également être suivie car elle contribue à stabiliser les berges. Si cela s'avère indispensable, des actions de génie végétal ou des plantations peuvent être envisagées (cf. fiche n°9). Cependant, il est important de permettre un fonctionnement naturel du cours d'eau, incluant des possibilités de mobilité du lit.



Gestion de la qualité de l'eau



Principaux milieux concernés

Tous les milieux aquatiques peuvent être concernés par des problèmes de qualité de l'eau.



Espèces PNA concernées

Toutes les espèces d'Odonates peuvent être concernées, même si toutes ne réagissent pas aux mêmes paramètres et si certaines sont plus sensibles que d'autres.



Pour en savoir plus...

BELLANGER (coord.), 2007
 CERESA, 2012
 CHOCAT *et al.*, 2013
 CRASSOUS & KARAS, 2007
 FEDERATION DES CONSERVATOIRES D'ESPACES NATURELS, 2011
 FORUM DES MARAIS ATLANTIQUES, 2013
 GRASSI (coord.), 2010
 LANGON & FRAPPE (coord.), 2008
 MISSIONS INTER SERVICES DE L'EAU DE LORRAINE, 2009
 OERTLI & FROSSARD, 2013
 OPIE & SFO, 2012
 PROMPT & GUILLERME (coord.), 2011
 RICHIER & BROYER, 2014
 WILDERMUTH & KÜRY, 2009

Objectifs de l'action

L'objectif de cette action vise à maintenir ou améliorer la qualité physico-chimique de l'eau. Cela inclut en particulier l'eutrophisation, la turbidité et les diverses formes de pollution chimique.

Deux types de gestion sont concernés : l'entretien courant et la restauration. Il s'agit d'entretien lorsque la qualité de l'eau est jugée bonne. Dans ce cas, seules des mesures de prévention sont à mettre en place pour éviter toute dégradation. Si la qualité de l'eau est mauvaise, des actions d'amélioration doivent être entreprises pour revenir à une qualité satisfaisante.

Importance de la qualité de l'eau pour les Odonates

Les libellules sont toutes dépendantes d'une certaine qualité du milieu aquatique qui doit leur offrir des conditions physico-chimiques (température, turbidité, pH...) correspondant à leurs besoins. La dégradation de ces conditions entraîne inéluctablement, directement ou indirectement, la disparition des espèces les plus exigeantes.



Interactions avec les autres actions et fiches liées

L'amélioration de la qualité de l'eau, et en particulier de sa turbidité, peut réduire fortement les dynamiques de comblement, aussi bien dans les milieux stagnants que dans les petits cours d'eau et fossés. Cela peut donc être une mesure complémentaire à un curage (fiche n°1) pour éviter un retour rapide de l'envasement.

La pollution peut aussi être à l'origine d'une croissance trop importante de la végétation aquatique ou au contraire d'un frein à son développement ou son installation. La turbidité limite l'accès à la lumière des hydrophytes, tandis que l'eutrophisation peut induire un surdéveloppement de certains végétaux. Il est donc important de résoudre ces problèmes avant d'envisager la mise en œuvre d'actions de gestion de la végétation aquatique (fiche n°7) ou la mise en place de plantation ou de semis (fiche n°9).

Actions locales

Dans certains cas, les sources de pollutions sont locales et peuvent donc être atténuées ou corrigées directement par le gestionnaire.

Si du pâturage est en place sur le site, le piétinement autour du milieu aquatique peut causer une turbidité importante (notamment s'il sert d'abreuvoir). Cette turbidité induite par les animaux se répercute vers l'aval dans le cas d'un milieu courant. Pour éviter un sur-piétinement du milieu aquatique, il peut être nécessaire d'empêcher l'accès aux animaux par la pose d'une clôture. Pour l'abreuvement, il est possible d'aménager un espace réservé en consolidant la berge. Un système de pompe peut également être mis en place. Enfin, une charge en bétail trop importante peut entraîner une eutrophisation du milieu à cause des déjections. Il peut donc être utile de limiter celle-ci, ou éventuellement de l'éloigner de la zone aquatique. Se reporter à la fiche n°8 pour plus de précisions sur la gestion du pâturage.

En cas de faucardage, de fauche, d'étrépage ou de coupe de ligneux, il est important d'éviter d'en stocker les produits à proximité immédiate des berges. En effet, les ruissellements vont entraîner la matière organique et les sels minéraux vers le milieu aquatique et contribuer à l'enrichir. Les options possibles pour les produits issus de ces actions sont citées dans les fiches correspondantes. De même, si les sédiments issus d'un curage sont potentiellement pollués, il faut veiller à les exporter plutôt que de les laisser sur place.



La végétation, et notamment les hélophytes, peut participer à améliorer la qualité de l'eau en filtrant certains éléments. Ainsi, des opérations de végétalisation peuvent être envisagées, en particulier si les berges sont à nu (se reporter à la fiche n°9).

En eaux stagnantes, la présence de poissons peut fortement impacter la qualité de l'eau (turbidité, concentration en oxygène et en nutriments...). Dans ce cas, il peut être envisagé de les éliminer du plan d'eau (se reporter à la fiche n°10). Si une suppression des poissons n'est pas envisageable (cas d'un étang à vocation de pêche de loisir), un compromis peut être trouvé dans le choix des espèces piscicoles et des amendements (modulation de la quantité et de la qualité).

Actions à large échelle

Les pollutions dont les sources sont situées à l'extérieur du périmètre d'action du gestionnaire (dans la partie amont du site ou sur les parcelles voisines) sont souvent difficiles voire impossibles à limiter.

Avant d'envisager toute action, il faut étudier précisément la (ou les) source(s) de pollution(s) ainsi que leur provenance pour connaître les acteurs susceptibles d'agir sur celle(s)-ci. Ainsi, dans le cas d'une pollution domestique, ce sont généralement les assainissements qui sont en cause. Il faut donc se tourner vers la collectivité concernée et éventuellement vers l'organisme gestionnaire de la station d'épuration pour identifier précisément le problème et améliorer le réseau.

Si la source est agricole, la seule solution est de limiter les pratiques intensives en réduisant les intrants et les effluents. Des contacts peuvent être pris avec les exploitants afin d'exposer les problèmes rencontrés et proposer des solutions, mais les relations peuvent parfois devenir conflictuelles.

La mise en place d'un talus planté d'une haie en haut de la zone humide peut permettre de limiter les ruissellements allant des surfaces agricoles vers le milieu naturel. Cela permet aussi de limiter l'érosion des sols (et donc l'apport de matériaux pouvant entraîner de la turbidité) et de capter les nutriments avant leur arrivée dans l'eau, contribuant ainsi à limiter son eutrophisation.

Une zone tampon végétalisée entre la source de pollution et le milieu aquatique à préserver peut également jouer ce rôle par phyto-épuration. Cette zone tampon peut prendre plusieurs formes (bassins de lagunage notamment) et peut aussi être utile en bordure de zones urbaines. De même, des boudins flottants placés en amont du milieu naturel peuvent, si nécessaire, piéger hydrocarbures et macro-déchets.

D'une manière générale, il peut être utile de se rapprocher des animateurs des SDAGE et des SAGE (cf. partie Loi sur l'eau, page 24). Ils sont source de conseils et d'aide à la concertation.

Les pollutions finissent toujours dans les milieux aquatiques.



Quand agir ?

Les actions de lutte contre la pollution peuvent être menées toute l'année.

Quels moyens ?

Les actions à large échelle nécessitent essentiellement du temps salarié (identification de la source de pollution, recherche de solutions adaptées, concertation...), mais celui-ci peut être important si de nombreux acteurs sont concernés.

Les actions locales peuvent également nécessiter des moyens matériels (clôture par exemple). Se reporter aux fiches concernées.

Quel entretien après les travaux ?

Un suivi permanent de la qualité de l'eau est nécessaire. Ce suivi peut être simplement visuel (turbidité, recherche d'indices de pollution...), ou être effectué à l'aide d'appareils de mesure spécifiques.



Gestion hydraulique



Principaux milieux concernés

Tous les milieux aquatiques peuvent être concernés par des problèmes hydrauliques.



Espèces PNA concernées

Toutes les espèces d'Odonates peuvent être concernées.



Pour en savoir plus...

ANRAS & BOUCARD, 2002
 ANRAS & JAWORSKI, 2005
 ANRAS *et al.*, 2004
 ARNABOLDI & ALBAN, 2006
 BARNETCHE, FORST & PERESS, 2010
 BELLANGER (coord.), 2007
 BERENGER & MARCIAU (coord.), 2007
 BIOTEC & MALAVOI, 2007
 CERESA, 2012
 CHOCAT *et al.*, 2013
 CHOLET & MAGNON, 2010
 CRASSOUS & KARAS, 2007
 DIREN LIMOUSIN (coord.), 2009
 FAVRE (coord.), 2007
 FORUM DES MARAIS ATLANTIQUES, 2014
 GROSVERNIER & STAUBLI, 2009
 KIRBY, 2013
 LANGON & FRAPPE (coord.), 2008
 LE BIHAN & BIRARD, 2004
 LEDOUX & LARROUY-CASTERA, 2010
 LOPEZ-PINOT (coord.), 2010
 MICHELOT (coord.), 2006
 MICHELOT, 1995
 MISSIONS INTER SERVICES DE L'EAU DE LORRAINE, 2009
 OERTLI & FROSSARD, 2013
 OPIE & SFO, 2012
 RICHIER & BROYER, 2014
 TASSARD (coord.), 2014
 WILDERMUTH & KÜRY, 2009

Objectifs de l'action

Les objectifs de cette action peuvent être très divers. Ils dépendent généralement du caractère courant ou stagnant du milieu.

En milieu lentique

Pour les milieux stagnants ou très peu courants (mares, étangs, marais, tourbières...), il s'agit souvent de maintenir ou rétablir un régime hydrologique naturel en adaptant les niveaux d'eau. Selon les cas, il peut s'agir de rétablir les variations annuelles et interannuelles des hauteurs d'eau, ou au contraire de réduire les marnages en soutenant le niveau d'étiage de la nappe pour éviter son assèchement.

En milieu lotique

Pour les cours d'eau, la gestion hydraulique intervient principalement pour corriger une ancienne rectification (tracé linéaire) ou un recalibrage (augmentation de la largeur et/ou de la profondeur). Ces modifications ont pour conséquences une homogénéisation des faciès d'écoulement (vitesse et profondeur), appauvrissant la diversité des habitats et des microhabitats disponibles, ainsi qu'une modification du fonctionnement des annexes hydrauliques en réduisant leur fréquence et leur durée d'inondation.

La gestion hydraulique peut également avoir pour objectif de maintenir ou restaurer les continuités écologiques (longitudinale ou transversale) par l'effacement ou la réduction d'ouvrages.

La gestion hydraulique et les Odonates

Au fil des saisons, les niveaux d'eau évoluent. Les libellules sont régulièrement confrontées à ce phénomène naturel et les espèces y sont plus ou moins sensibles, voire adaptées pour certaines. De plus, la variation des niveaux d'eau détermine en partie la flore capable de s'installer sur les sites et donc les zones de ponte potentielles. L'impact sur les peuplements d'Odonates est d'autant plus important lors d'un assèchement total du milieu. Ainsi, seules les espèces dont le cycle larvaire est adapté à une période d'assec s'y développent avec succès.

En milieu courant, la variation des vitesses d'écoulement le long du cours d'eau modifie les conditions physiques et biologiques allant des zones de dépôts à courant quasi-inexistant aux zones d'érosion là où les courants sont les plus forts. Cette diversité des faciès d'écoulement offre alors aux libellules une multitude d'habitats potentiels en fonction de leurs exigences et de leurs adaptations. En effet, certaines espèces, dont le Gomphe à pattes jaunes (*Gomphus flavipes*), ont besoin d'accumulation de bancs de sable et donc de rives dynamiques et d'écoulements variés.

Interactions avec les autres actions et fiches liées

La gestion hydraulique influence de nombreux paramètres du milieu. Cette action est donc plus ou moins liée à l'ensemble des autres actions pouvant être menées sur les zones humides.

Les actions de sol (curage, creusement..., fiches n°1 à 4) ont un effet très important sur l'hydrologie et inversement, le fonctionnement hydraulique joue sur les phénomènes de sédimentation (envasement notamment).

Les variations de niveaux d'eau peuvent avoir des effets importants sur la végétation (qu'elle soit aquatique ou terrestre) et donc sur sa gestion (se reporter aux fiches n°7 et 8). Ces interactions peuvent être positives (les deux actions vont dans le même sens) ou négatives (actions contradictoires sur certains points). Dans les deux cas, elles doivent être anticipées et prises en compte.

Bien préparer le terrain

Avant d'envisager toute action de gestion hydraulique, une **connaissance fine du contexte hydrologique** est nécessaire.

Il faut notamment tenir compte de la situation en amont du site (variations de niveaux d'eau, gestion d'ouvrages...) qui peut influencer très fortement le fonctionnement hydraulique du site. Les caractéristiques géomorphologiques et pédologiques doivent aussi être connues. Toutes ces connaissances doivent permettre d'**anticiper au mieux les conséquences** des modifications hydrauliques envisagées.

Vérification de la profondeur de la nappe à l'aide d'une fosse.



Si un choix de niveaux d'eau doit être fait, il faut tenir compte des divers usages du milieu, ainsi que des éventuelles conséquences en amont et en aval. Les différents objectifs (Odonates, oiseaux, pêche, loisirs nautiques, chasse, agriculture...) peuvent être contradictoires. Il est donc parfois nécessaire de trouver un consensus. Si plusieurs acteurs sont concernés, des réunions doivent être envisagées avant toute action afin de limiter les situations conflictuelles. L'établissement d'un calendrier précis des niveaux souhaités et des actions à réaliser (manipulation des vannes...) peut être nécessaire.

D'un point de vue strictement odonatologique, le choix du niveau d'eau peut modifier le peuplement du site. En effet, certaines espèces comme le Sympétrum déprimé (*Sympetrum depressiusculum*) ont besoin d'un fort marnage avec un assèchement estival, le Leste des bois (*Lestes dryas*) et le Sympétrum jaune d'or (*Sympetrum flaveolum*) colonisent préférentiellement les mares à carex qui s'assèchent au cœur de l'été, et d'autres espèces en revanche ne supportent aucun assec. Le gestionnaire doit donc bien connaître les exigences écologiques des espèces présentes ainsi que celles des espèces souhaitées. Là aussi il est parfois nécessaire de faire des compromis et de privilégier certaines espèces par rapport à d'autres.

En milieux courants

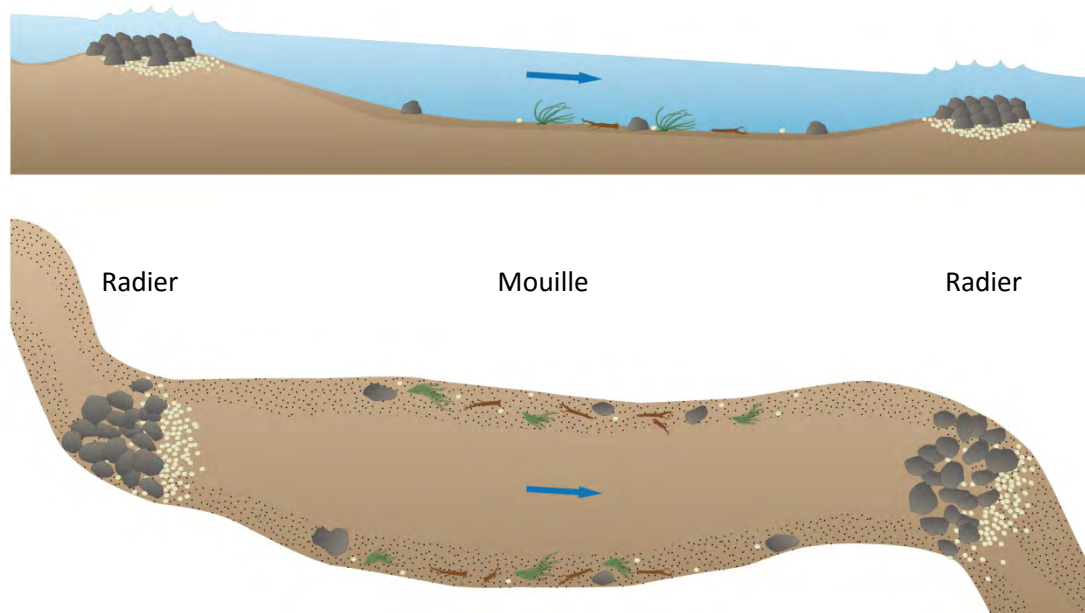
Concernant les cours d'eau fortement modifiés (tracé rectifié et/ou recalibré), la méthode la plus efficace (mais aussi la plus coûteuse et difficile à mettre en œuvre) consiste à rétablir un lit naturel, ou tout au moins à recréer un lit permettant un fonctionnement plus naturel du cours d'eau. Cela relève d'une action de creusement (cf. fiche n°2). Selon la situation, il est parfois possible de supprimer simplement les ouvrages en cause (digues, protection des berges...) pour initier un reméandrement naturel et un processus d'érosion latérale qui fournira des matériaux nécessaires à la diversification des écoulements.

Dans tous les cas, il faut prévoir l'espace de mobilité du cours d'eau et y préserver ou y restaurer des milieux humides adaptés. Ceci peut poser des problèmes fonciers, ainsi que des situations conflictuelles selon les usages en cours sur le site. Ces problématiques doivent donc être anticipées et des compromis difficiles doivent parfois être trouvés.

Si l'espace de mobilité disponible est limité, certaines actions peuvent favoriser une diversification des écoulements : mise en place d'un substrat alluvial en fond de lit, création de surfaces exondées, mise en place d'éléments physiques (cailloux, blocs, rondins, déflecteurs...). Ces actions relèvent de l'apport de matériaux (fiche n°4).

Dans certains cas, la construction de seuils peut permettre de contrer les problèmes d'incision du lit mineur (due à une pente trop forte). Cependant, ces seuils peuvent également poser des problèmes de géodynamique (modification des processus d'érosion) et de continuité écologique. Une étude précise doit permettre de juger de leur opportunité.

Sur les cours d'eau dont les berges sont fortement artificialisées, si les moyens sont suffisants et si les usages riverains le permettent, une destruction des ouvrages de protection des berges permet un retour à un fonctionnement naturel, incluant une érosion latérale, le retour d'un écotone fonctionnel (végétalisation des berges créant une zone de transition) et une reconnexion des annexes (zone d'expansion de crues, bras morts, mares...). Dans certains cas, des techniques de génie végétal (cf. fiche n°9) peuvent remplacer les ouvrages bâtis. Si elles sont nécessaires, les protections (de préférence végétales) peuvent être reculées à une certaine distance du cours d'eau, lui offrant ainsi un espace de liberté.



Exemple d'une rivière (vue en coupe et de dessus) présentant un système de mouilles et de radiers entraînant des variations d'écoulements et d'accumulation de sédiments. D'après TACHET et al., 2010.

En milieux stagnants ou faiblement courants

Pour répondre à un objectif de gestion des niveaux d'eau, la plupart des gestionnaires s'appuient sur la mise en place d'ouvrages au niveau des fossés exutoires. De nombreux types d'ouvrages sont possibles : digues, buses, seuils, moines, pompes, vannes, clapets, batardeaux, écluses... Certains permettent un ajustement de manière occasionnelle (seuils disposant de plusieurs hauteurs) ou de manière plus continue (vannes). Les seuils fixes peuvent rapidement montrer leurs limites : aucune gestion n'est possible dans le cas de précipitations importantes par exemple.

Dans certaines situations, pour obtenir un fonctionnement hydraulique plus naturel, les actions curatives ne sont pas suffisantes. Il peut alors être nécessaire de **contrôler et limiter les captages d'eau**. Il faut également **surveiller les éventuelles conséquences négatives de curages** (mares, fossés) sur les niveaux de la nappe.



Le choix de l'ouvrage dépend aussi de la configuration du site (profil du fossé, type de substrat...) et des conditions hydrauliques (vitesse d'écoulement, importance des marnages...).

Pour restaurer le fonctionnement hydraulique d'un milieu, le gestionnaire doit donc choisir où agir et par quels moyens. Plusieurs précautions doivent être prises lors de la mise en place d'ouvrages. Il faut en particulier veiller à limiter les pertes, infiltrations et contournements qui peuvent modifier les niveaux réels.

Par la suite, dans le cadre d'un entretien courant, les opérations consistent principalement à la manipulation des vannes, de manière manuelle ou automatique. Un suivi permanent des précipitations est nécessaire pour adapter les niveaux en conséquence. De plus, feuilles et autres débris végétaux peuvent obstruer certains ouvrages (grilles de trop-pleins, clapets...) et modifier leur fonctionnement. Il faut donc régulièrement les dégager.

Mise en place d'un système de trop-plein et de clapets pour gérer le niveau d'eau d'un marais.



Quand faire les travaux ?

La gestion des niveaux d'eau est une action continue.

Quand la gestion hydraulique nécessite des travaux particuliers (mise en place d'ouvrages par exemple), ils peuvent théoriquement se faire toute l'année. Cependant, il est souvent plus facile de les mener en période d'étiage. Les problématiques de dérangement de la faune et parfois de sensibilité de la flore (écrasement) doivent également être prises en compte dans le choix de la période de mise en œuvre des travaux.

Quels moyens ?

Les travaux hydrauliques peuvent avoir des coûts très importants, en particulier dans le cas de destructions ou de constructions d'ouvrages. Par exemple, la réfection d'une berge fortement artificialisée revient souvent à plusieurs centaines d'euros par mètre linéaire. Ce sont généralement des travaux complexes. Il peut donc être indispensable de passer par une entreprise spécialisée. Les coûts et les méthodes proposées peuvent être très variables. Il est donc important de comparer plusieurs devis auprès de différentes entreprises.

Pour la gestion des niveaux d'eau, le déplacement sur site pour la surveillance et la manipulation des vannes compte beaucoup dans le budget annuel. Cependant, il peut être intégré à d'autres opérations de terrain (suivis, chantiers...) afin d'en réduire le coût. L'utilisation de vannes automatiques peut également permettre de limiter le temps salarié sur le terrain. L'investissement de départ est alors plus important.

Le coût d'entretien des ouvrages peut parfois être élevé. De plus, certains ouvrages en bois (seuils, petits barrages...) doivent être remplacés ou régulièrement renforcés en fonction de leur degré d'usure (ils ont généralement une durée de vie de quelques années).

Quel entretien après les travaux ?

Suite aux travaux, il est indispensable de suivre l'effet sur le fonctionnement hydraulique du site. En effet, même avec une étude préalable approfondie, les conséquences de certaines actions sont parfois difficilement prévisibles car les phénomènes sont complexes. Un suivi précis à court et long terme permet de mieux évaluer les conséquences et l'efficacité de futures opérations.

Les ouvrages doivent être visités régulièrement pour vérifier leur bon état et réaliser les entretiens nécessaires (décolmatage, changement de pièces, réfection de digues ou de seuils...). Suite à un épisode d'inondation ou de forts débits, une visite particulièrement attentive doit être menée afin de s'assurer qu'aucun ouvrage n'ait subi de dommages. Un suivi permanent des niveaux d'eau (échelles limnimétriques, piézomètres) doit également être mené pour ajuster éventuellement les vannes ou les seuils.

Plusieurs gestionnaires signalent du vandalisme sur les ouvrages hydrauliques. Dans certains contextes, une surveillance accrue est donc nécessaire. On peut aussi parfois observer des manipulations sauvages des vannes. La mise en place de chaînes munies de cadenas peut résoudre ce problème.

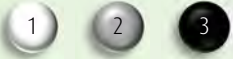
Certains ouvrages peuvent également être fortement détériorés par les ragondins et rats musqués quand leurs populations sont importantes. Dans ce cas, les travaux de terrassements pour réparer les dégâts peuvent être importants. La limitation de la population de ragondins ou de rats musqués peut donc être une nécessité (se reporter à la fiche n°10).

*Seuil à échancrure récemment aménagé sur la Loire.
L'ouvrage se végétalisera progressivement au fil du temps.*





Gestion de la végétation aquatique



Principaux milieux concernés

Tous les milieux présentant une végétation aquatique (hydrophytes ou héliophytes) peuvent être concernés. Dans les tourbières, seules les mares et étangs sont concernées.



Espèces PNA concernées

Toutes les espèces d'Odonates peuvent être concernées.



Pour en savoir plus...

ANRAS *et al.*, 2004
 ARNABOLDI & ALBAN, 2006
 CERESA, 2012
 DOMMANGET, 1998
 FORUM DES MARAIS ATLANTIQUES, 2014
 GRASSI (coord.), 2010
 KIRBY, 2013
 LAFFITTE *et al.*, 2009
 LE BIHAN & BIRARD, 2004
 OERTLI & FROSSARD, 2013
 RICHIER & BROYER, 2014
 WILDERMUTH & KÜRY, 2009

Objectifs de l'action

Cette action vise à gérer (en quantité et en qualité) la végétation liée à l'eau (hydrophytes ou héliophytes) afin de maintenir une hétérogénéité favorable à la biodiversité. La limitation de cette végétation peut aussi permettre de limiter le phénomène de comblement des milieux stagnants.

Il s'agit principalement d'actions d'entretien (évacuation régulière d'une partie des plantes) ou de restauration (lorsqu'une mare est fortement envahie de roseaux par exemple). Dans certains cas extrêmes de prolifération de la végétation, cette gestion peut faire partie d'actions de réhabilitation.

La végétation aquatique et les Odonates

Les Odonates ont besoin de végétation aquatique (hydrophytes et/ou héliophytes), bien que toutes les espèces ne les utilisent pas au même moment de leur cycle. Là où certaines espèces pondent dans l'eau libre ou dans l'écorce de ligneux à bois tendres dont les branches surplombent l'eau, d'autres libellules pondent sur ou dans la tige ou les feuilles des végétaux immergés. Il n'existe cependant pas de véritable spécificité entre les libellules et l'espèce végétale utilisée pour la ponte, cette dernière étant davantage liée à la texture du support qu'à l'espèce ou au genre botanique.

Après l'éclosion, les larves utilisent hydrophytes et héliophytes comme abris pour se protéger des prédateurs ou comme support pour attendre patiemment une proie qui passera à sa portée. Puis, pour certaines espèces, les tiges des végétaux aquatiques émergés servent de support d'émergence. Enfin, à l'âge adulte, elles peuvent servir de support lors de l'accouplement ou encore de perchoir aux mâles, notamment pour la surveillance de leur territoire.

La présence de végétation aquatique, en termes de quantité mais aussi de diversité, influence donc grandement l'installation des Odonates dans le milieu considéré.

Le **développement excessif de végétaux** aquatiques ou semi-aquatiques peut gêner le développement de certaines espèces d'Odonates. Ils peuvent participer à asphyxier le milieu et empêcher l'accès de l'habitat à la lumière. De plus, si un végétal se développe au détriment des autres, le milieu devient très homogène, réduisant ainsi le nombre de microhabitats disponibles pour les libellules.



Interactions avec les autres actions et fiches liées

Une gestion régulière de la végétation aquatique aide à réduire la fréquence des curages (fiche n°1) et des étrépages (fiche n°3) des mares, étangs et marais. En effet, elle ralentit la dynamique naturelle de comblement et d'atterrissement dans ces petits milieux stagnants.

La gestion de la végétation peut également participer à l'amélioration de la qualité de l'eau (fiche n°5), ainsi qu'à mieux gérer les niveaux d'eau et les écoulements (fiche n°6) qui peuvent être fortement entravés par la végétation.

Enfin, les techniques de gestion de la végétation aquatique peuvent s'appliquer pour limiter le développement de certaines espèces végétales exotiques envahissantes (fiche n°10).

Bien préparer le terrain

Avant de mener toute opération de gestion de la végétation aquatique, il est important de bien connaître le milieu, et principalement sa flore et sa faune. La connaissance des différentes espèces et de leur phénologie permettra d'éviter des effets négatifs sur des espèces d'intérêt patrimonial. D'une manière générale, il est conseillé de ne pas intervenir sur la végétation autochtone tant que celle-ci recouvre moins de 30 % de la surface du milieu, sous peine de menacer sa repousse suite à l'action de gestion.

La période de reproduction des Odonates (de l'accouplement à l'éclosion de l'œuf) n'est pas propice à la réalisation de travaux touchant l'ensemble ou la majeure partie de la végétation aquatique car ces dernières peuvent servir de support de ponte. Il faut donc avoir une connaissance suffisante de l'écologie des taxons qui peuplent le milieu sur lequel va se dérouler l'action de gestion, car toutes ne se reproduisent pas au même moment. Pour ce qui est du reste de la faune, les grands héliophytes abritent de nombreux oiseaux, dont certains à fort enjeux patrimonial. Les opérations de fauche de roselières doivent donc en tenir compte (période et surface d'action).

Quelles actions ?

Faucardage à l'aide d'un bateau-faucardeur.



La mise en œuvre de cette action dépend du type de végétaux à gérer. Les hydrophytes flottantes peuvent être ramassées directement à la surface de l'eau tandis que les hydrophytes fixées peuvent être récoltées mécaniquement ou arrachées manuellement. Les héliophytes quant à elles peuvent être faucardées lorsque leurs pieds sont sous l'eau ou fauchées lorsqu'ils sont à sec. Dans le cas d'une zone envahie par des

plantes invasives (cf. fiche 10), il faut préférer l'utilisation d'un moissonneur à celle d'un faucardeur car ce dernier peut largement contribuer à disperser les plantes aquatiques dans le milieu. Enfin, dans tous les cas, les traitements chimiques sont interdits.

La recolonisation du biotope par les plantes est généralement rapide et nécessite donc une action régulière. Cependant, sur une végétation autochtone, un enlèvement total est à éviter : il est conseillé de toujours laisser quelques pieds en place pour ne pas risquer de mettre en danger le maintien sur site de la population.

Sur les sites inondés ou à sols très peu portants, le fauchage ou faucardage par engins mécaniques peut fortement déstructurer le sol si les engins ne sont pas adaptés. L'utilisation d'un chaland ou un travail manuel peuvent alors être nécessaires.

Le pâturage peut aussi s'avérer efficace pour gérer les héliophytes en limitant leur repousse et en diversifiant les espèces présentes. Il faut alors privilégier des races rustiques adaptées aux conditions difficiles (chevaux camarguais, bovins Highland par exemple). D'une manière générale, la gestion par le pâturage est identique à celle pratiquée en milieu terrestre. Pour les détails, reportez-vous à la fiche n°8.

Pour ralentir la repousse des héliophytes suite à une action de fauche, notamment celle des roselières, la mise en place d'une bâche noire maintenue par des pieux permet d'asphyxier les rhizomes. Cependant, en empêchant les échanges gazeux entre sol et atmosphère, cette méthode s'apparente à une artificialisation presque totale de la surface bâchée et impacte aussi les espèces non ciblées.

Une gestion par le feu peut être envisagée dans certains cas. Il a généralement pour effet de redynamiser les roselières. Cette opération est peu onéreuse et simple à mettre en œuvre, mais elle reste cependant très délicate à contrôler. Afin de limiter les risques de propagation involontaire du feu, des pare-feux peuvent être créés par gyrobroyage ou par fauche autour de la zone visée par l'opération. La réglementation particulière liée à l'utilisation du feu doit obligatoirement être consultée au préalable. Enfin, il existe des risques de recolonisation par des espèces opportunistes et/ou indésirables, telles que la Jussie par exemple.

Que faire des produits de fauche et de faucardage ?

Afin d'éviter d'enrichir le milieu en matières organiques, il est indispensable de sortir les produits de l'eau et, si possible, de les exporter hors du site. Cependant, avant exportation, il est conseillé de les laisser quelque temps sur le bord immédiat du milieu aquatique en couches peu épaisses afin de permettre aux invertébrés aquatiques encore présents dans les résidus de coupe de retourner à l'eau mais aussi pour éviter le pourrissement de l'intérieur des tas.

Si la qualité et la quantité sont suffisantes, les produits peuvent être mis en balles et vendus ou donnés à des agriculteurs locaux. Lorsque ce n'est pas possible, de nombreux gestionnaires choisissent de les brûler, après une étape de séchage si nécessaire. Si cette solution est choisie, la réglementation particulière liée au feu doit être consultée et la nature du site doit être compatible. Par exemple, cette méthode est à proscrire sur un sol tourbeux.

Quand faire les travaux ?

D'une manière générale, la fauche et la récolte se font après la floraison de la plante concernée. Pour les héliophytes, la période d'étiage (voire d'assez) pour les milieux soumis à des variations saisonnières de niveau des eaux est à privilégier car les travaux sont ainsi facilités. Il s'agit donc généralement de la période automnale.

De plus, il faut veiller à éviter la période de reproduction des Odonates afin de ne pas détruire pontes et sites de ponte. Cette période de reproduction peut aller jusqu'à septembre-octobre chez certaines espèces et selon les zones géographiques. Il faut donc s'assurer au préalable de la phénologie des espèces présentes sur le site (se référer à la bibliographie page 13).

Dans le cas d'une action par le feu, les conditions météorologiques (vent et température) doivent être soigneusement étudiées pour choisir un jour avec peu de risques de propagation involontaire.

Quels moyens ?

Le ramassage en surface et l'arrachage manuel ne nécessitent que peu de moyens matériels, si ce n'est pour l'exportation des produits (tracto-benne par exemple). Par contre, si les surfaces à traiter et les volumes à extraire sont importants, les moyens humains peuvent être non négligeables. Si l'accès au site et la sécurité (profondeur, envasement...) le permettent, l'organisation d'un chantier bénévole ou d'insertion peut être une solution efficace et peu coûteuse, sous réserve d'un bon encadrement.

Le faucardage et la fauche peuvent se faire manuellement à l'aide de faucilles, faux ou débroussailleuses à main, ou bien mécaniquement par l'intermédiaire d'une faucheuse en zone terrestre. Les différences de coût et de durée des travaux peuvent être importantes. Par exemple, pour une roselière, une faucheuse-balleuse permet de traiter en moyenne un hectare en une journée (variable selon le sol, la densité de roseaux...), alors qu'il faut une semaine avec une équipe de 4 ou 5 personnes pour arriver au même résultat en procédant avec des débroussailleuses à main. Enfin, l'exportation peut nécessiter l'utilisation d'une presse à balles.

La valorisation des produits (agriculture ou chaume) peut permettre de réduire le coût de l'opération.

En ce qui concerne les moyens nécessaires au pâturage, se reporter à la fiche n°8.

Quel entretien après les travaux ?

La repousse des hélophytes et des hydrophytes est souvent rapide. Il est donc nécessaire de suivre régulièrement la progression de la végétation, et éventuellement de mener à nouveau des opérations de gestion. Lorsqu'elles sont faites régulièrement, ces dernières peuvent alors être plus légères (entretien régulier plutôt que restauration).

En ce qui concerne les hélophytes, le pâturage permet de ralentir la dynamique naturelle tout en favorisant le développement d'une végétation diversifiée (se reporter à la fiche n°8).



Gestion de la végétation terrestre et des berges



Principaux milieux concernés

Tous les milieux aquatiques sont bordés d'une végétation terrestre. Ils sont donc potentiellement tous concernés.



Espèces PNA concernées

Toutes les espèces d'Odonates peuvent être concernées.



Pour en savoir plus...

AGREIL & GREFF, 2008
 ARNABOLDI & ALBAN, 2006
 AYACHE, 2010
 BELLANGER (coord.), 2007
 BERENGER & MARCIAU (coord.), 2007
 CERESA, 2012
 CHOLET & MAGNON, 2010
 COLAS & HEBERT, 2000
 CRASSOUS & KARAS, 2007
 DUBREUIL/BIOTOPE, 2006
 DURY, HERMANT & NAJEAN, 2012
 EAU DE PARIS, 2014
 FORUM DES MARAIS ATLANTIQUES, 2014
 FRANZONI, 2013
 GRASSI (coord.), 2010
 KIRBY, 2013
 LAFFITTE *et al.*, 2009
 LAMBERET (coord.), 2011
 LE BIHAN & BIRARD, 2004
 LOPEZ-PINOT (coord.), 2010
 MAILLIER & FRANÇOIS, 2008
 MEIRE *et al.*, 2010
 MICHELOT (coord.), 2006
 MILLARD *et al.*, 2012
 OERTLI & FROSSARD, 2013
 PONT (coord.), 2007
 WILDERMUTH & KÜRY, 2009

Objectifs de l'action

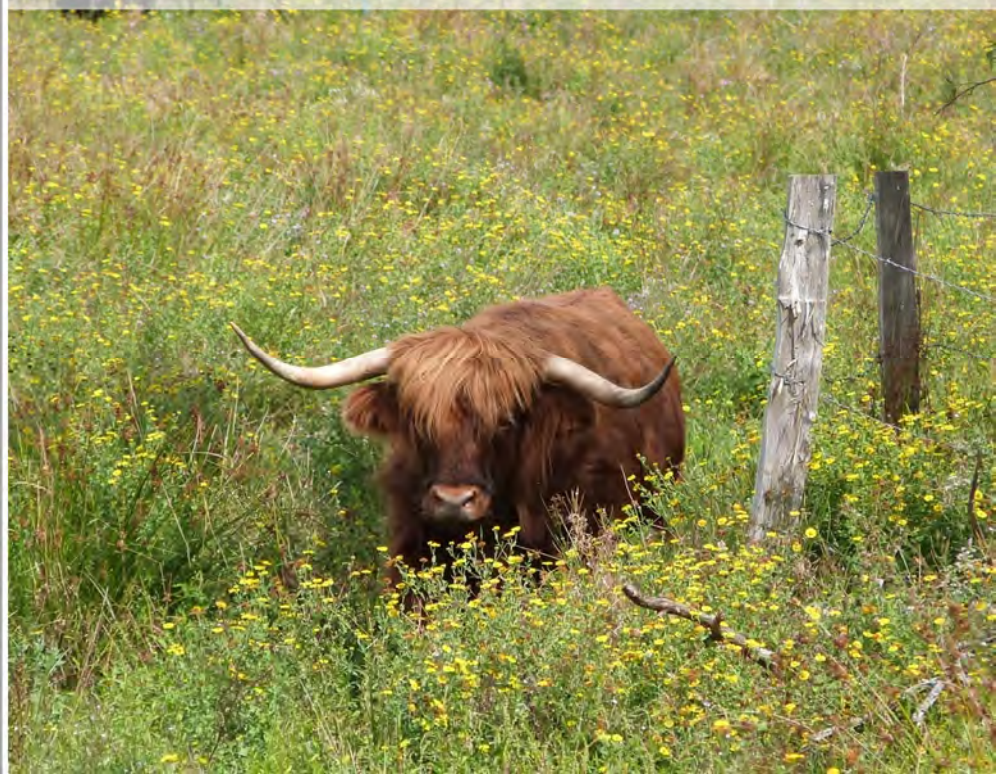
Cette action permet de lutter contre la fermeture des cours d'eau, d'éviter l'érosion des berges, de prévenir le risque de formation d'embâcles... En milieux stagnants, les opérations d'arrachage et de dessouchage permettent aussi de créer indirectement des petites fosses (gouilles), dont les bénéfices sont similaires à l'étrépage (cf. fiche n°3).

La gestion de la végétation terrestre et des berges peut se décliner dans tous les types de gestion. En ce qui concerne la fauche, le bûcheronnage ou le pâturage, il peut s'agir d'entretien courant ou de restauration selon la charge et l'intensité. Il peut aussi être question de réhabilitation ou de réaffectation lors de la reconversion d'une culture en prairie humide.

La végétation terrestre et rivulaire dans le cycle de vie des Odonates

De par leur cycle de vie à cheval sur les milieux aquatiques et terrestres, les Odonates sont particulièrement sensibles à la végétation des berges et des milieux environnants car ils les utilisent pendant les périodes de maturation, d'alimentation, de repos... Certaines espèces ont besoin d'une végétation riveraine riche et étoffée tandis que d'autres apprécient une prairie ouverte. Une gestion adaptée de cette végétation est donc primordiale pour leur conservation.

Pâturage bovin dans une prairie humide.



Interactions avec les autres actions et fiches liées

Cours d'eau aux berges très fermées.



La végétation des berges, et en particulier les ligneux, peut participer au comblement et à l'atterrissement des petits cours d'eau et des milieux stagnants. Sa gestion peut donc être mise en œuvre en parallèle à des travaux de curage (fiche n°1) ou d'étrépage (fiche n°3) : le couplage de ces opérations sur les zones atterries donne des résultats intéressants pour la conservation des Odonates et de leurs habitats. Suite à ces opérations sur le sol (étrépage ou décapage notamment), elle peut également servir d'action d'entretien pour ralentir la recolonisation par la végétation et donc un nouvel atterrissement.

Les branches basses des ligneux des berges peuvent gêner les écoulements dans les fossés et petits cours d'eau. Leur élagage participe donc à la gestion des écoulements hydrauliques (fiche n°6).

Dans le cas d'implantations végétales (plantations, semis, génie végétal... : fiche n°9), il peut être nécessaire d'agir au préalable sur la végétation en place, en supprimant par exemple certains ligneux.

Les techniques de gestion de la végétation terrestre peuvent s'appliquer pour limiter le développement de certaines espèces végétales exotiques envahissantes (fiche n°10).

Enfin, quelle que soit l'action de gestion mise en œuvre, il faut que l'accès à la zone humide soit facilité, en particulier si des engins doivent être utilisés. Coupe de ligneux ou fauche de chenaux dans la roselière peuvent donc s'avérer nécessaires.

Bien préparer le terrain

Il est très important de bien **définir les objectifs** que l'on souhaite atteindre. Dans le cas d'une gestion en faveur des Odonates, le cortège d'espèces en place peut être fortement influencé par la végétation terrestre disponible. **Un inventaire préalable est donc indispensable**, ainsi qu'une étude des exigences écologiques des espèces présentes ou souhaitées.



Il faut bien délimiter les zones d'action : périmètres soumis à une gestion par la fauche ou par le pâturage, identification précise des ligneux à couper ou à dessoucher... La mise en place d'un pâturage adapté présente de nombreuses contraintes qu'il faut anticiper. Une réflexion approfondie doit être menée afin de définir au mieux ses paramètres : type de bétail (équin, bovin, ovin...), charge appropriée (nombre de têtes, durée...), délimitation de la superficie à pâturer (clôtures), gestion adaptée du cheptel (accès à l'eau, alimentation complémentaire, surveillance et soins...).

Le pâturage

Le pâturage est une bonne option pour maintenir un milieu ouvert et diversifié. Le choix du type de bétail (ovins, caprins, bovins ou équins) est important car les résultats peuvent être différents en fonction de leur appétence. De plus, il est conseillé de choisir une race adaptée aux milieux humides (portance du sol). Une combinaison d'animaux différents peut être intéressante pour créer une mosaïque de microhabitats juxtaposés, offrant alors une large gamme de conditions écologiques qui favorisera l'installation ou le maintien d'un cortège d'Odonates diversifié.

Avec une charge légère, un pâturage extensif permet de ne pas détériorer le milieu. La charge peut être répartie sur toute l'année pour un entretien continu de la végétation, ou concentrée sur une plus petite période (avec une charge instantanée plus importante) pour restaurer ponctuellement un milieu trop fermé.

Une charge trop lourde (surpâturage) peut avoir des effets très négatifs sur la végétation et sur le sol par un abrutissement trop sévère ou le piétinement. C'est pourquoi la gestion de la charge au cours de l'année est très importante, accompagnée d'un suivi régulier des effets du troupeau sur la végétation. Cette gestion doit être envisagée de manière spatio-temporelle : le troupeau peut être déplacé sur différents secteurs en fonction des besoins et de l'état de la végétation. Afin que le pâturage soit efficace, il faut veiller à ce que la zone ciblée soit suffisamment appétante par rapport au reste de l'enclos. Les éventuels refus de pâturage doivent être surveillés.

Les zones fréquentées par les Odonates et risquant d'être fragilisées ou détruites par un pâturage trop important peuvent être protégées au moyen d'exclos. En cas d'utilisation d'une pompe pour abreuver le troupeau, il faut veiller à éviter l'assèchement du milieu au risque de voir disparaître une partie du cortège odonatologique. Une ou plusieurs mares peuvent être creusées pour servir d'abreuvoir tout en favorisant l'installation des libellules. Dans ce cas, le profil des berges doit permettre un accès aisé et en toute sécurité pour les animaux d'une part, mais peut aussi être pensé pour l'installation des Odonates d'autre part. Se reporter à la fiche n°2 pour plus de précisions sur le creusement de mares.

Le bétail requiert un suivi régulier pour s'assurer de la bonne santé des animaux. Des soins (préventif et curatifs si nécessaire) doivent être prévus, ainsi qu'un complément alimentaire (foins, granulés...) si la végétation pâturée a une faible valeur nutritive. Si le terrain montre des risques d'inondation, une surveillance particulière doit être mise en place : les animaux doivent pouvoir être évacués en cas de nécessité.

Une convention peut être passée avec un agriculteur local afin de limiter les coûts et le temps salarié. Cependant, cette solution peut parfois s'avérer peu flexible pour le gestionnaire (race, charge...) et contraignante pour l'agriculteur (qualité nutritive du site, accès peu aisé...).

Pâturage ovin pour maintenir ouverts les abords d'une mare récemment creusée en milieu forestier.



La fauche

La fauche permet de maintenir les milieux ouverts par une action ponctuelle répétée dans le temps. Cette technique est utilisable sur tous les milieux de type herbacé.

Les principaux paramètres nécessitant un choix de la part du gestionnaire sont la période de fauche, la surface à traiter ainsi que la hauteur de coupe. Concernant la période, la contrainte principale est liée à la phénologie des espèces (faune et flore). Généralement, il est conseillé de faucher en fin d'été ou à l'automne lorsque la saison de vol des libellules touche à sa fin. Pour restaurer une prairie trop fermée, certains gestionnaires choisissent de compléter la fauche de fin de saison par une précédente au printemps. Dans le cas d'un entretien, une fauche annuelle ou tous les 2 ou 3 ans suffit généralement (selon le milieu, sa dynamique et les objectifs de gestion).

Une rotation entre différentes parcelles ou parties d'une parcelle peut être mise en place. Ainsi, chaque année, une partie est fauchée pendant que les autres sont laissées en repos. Ceci a plusieurs avantages, en particulier conserver des zones refuges qui limitent le dérangement de la faune et obtenir une mosaïque de plusieurs stades de végétation. Un soin particulier doit être apporté aux végétations riveraines qui abritent les individus en maturation.

Dans la mesure du possible, la progression de fauche doit se faire de manière centrifuge (depuis le centre vers l'extérieur) afin de limiter la destruction de la faune qui peut alors trouver refuge en périphérie.

La fauche doit s'accompagner d'une **exportation des produits** afin de ne pas enrichir le milieu. Cette exportation doit être envisagée avant d'agir. Si la végétation coupée présente un intérêt nutritionnel suffisant, elle peut être utilisée comme nourriture pour du bétail (*in situ* s'il y a du pâturage ou vendue à des agriculteurs voisins). Si le sol est peu portant, les balles ne peuvent pas être entreposées sur place en attendant leur utilisation et doivent donc être transportées ailleurs pour leur stockage ou leur compostage sur une plateforme adaptée aux déchets verts.



Fauche d'une roselière sèche avec maintien de zones refuges.



Le bûcheronnage

Certains gestionnaires ont recours après la coupe à un **traitement chimique des souches** afin d'éviter que celles-ci ne produisent des rejets. Un tel traitement doit être **proscrit sur les sols hydromorphes** pour éviter toute pollution de la zone humide.

D'autres méthodes ayant montré leur efficacité sont alors envisageables : bâchage (éventuellement complété d'un brûlage au chalumeau du cœur de la souche), brûlage de l'écorce ou encore écorçage.



Les techniques de bûcheronnage permettent d'agir sur les ligneux en cas de réouverture de berges ou de prairies, ou d'entretien de ripisylves.

L'élagage de branches ou l'abattage d'arbres, notamment ceux pouvant gêner le bon écoulement d'un cours d'eau, sont souvent utilisés pour l'entretien des ripisylves. La diversité des essences doit être conservée autant que possible tout en préservant une interaction entre les arbres et le milieu aquatique. Les chevelus racinaires servent par exemple de microhabitats à certaines larves d'Odonates, comme la Cordulie à corps fin (*Oxygastra curtisii*) qui apprécie particulièrement les entrelacs racinaires des aulnes, et à de nombreux autres invertébrés aquatiques.

S'ils ne gênent pas l'écoulement de l'eau, les branches et troncs issus des travaux et tombés dans l'eau participent à la création de microhabitats, notamment en diversifiant les faciès d'écoulements. Ces microhabitats pourront être colonisés par différentes espèces d'Odonates, en fonction de leurs préférences écologiques.

Pour limiter ou supprimer des ligneux, plusieurs méthodes sont possibles : l'arrachage, le broyage, la coupe ou le dessouchage. En cas de large surface à traiter, l'arrachage manuel est alors limité aux broussailles. Pour les ligneux plus imposants (souvent saules ou aulnes en zones humides, mais parfois aussi bouleaux, résineux...), le dessouchage permet de limiter fortement la pousse de rejets mais nécessite des moyens plus importants. Les petits ligneux peuvent être broyés sur pied.

Suite à une coupe, les rejets doivent être gérés tous les ans. La méthode du tire-sève a montré son efficacité sur les saules. Sur un buisson à troncs ou à branches maîtresses multiples, elle consiste à ne garder, sur chaque souche, qu'une seule tige rabattue à 1 mètre du sol. Ce tire-sève concentrera les repousses de la souche au sommet de la tige conservée. Le travail annuel de coupe s'en trouve ainsi facilité.

Pour une meilleure efficacité, les souches peuvent être éclatées et broyées à la rogneuse. Si la gestion hydraulique du site le permet, la coupe se fait en période d'assec, puis un ennoisement peut permettre de dévitaliser les souches pour éviter les repousses.

S'ils sont trop importants pour être laissés sur place et que l'exportation n'est pas possible, les produits issus de coupes, d'arrachage ou de dessouchage peuvent être brûlés ou enfouis au cas par cas. Dans le cas du brûlage, la réglementation particulière liée au feu doit être consultée. Pour exporter facilement les cendres, les produits peuvent être brûlés dans des cuves ou sur des tôles surélevées. Dans certains cas, les produits de coupes peuvent être broyés et servir de matière pour combler des drains à boucher par exemple. Ils peuvent également être fournis aux communes, horticulteurs ou agriculteurs voisins pour servir de paillage en hiver.



En Picardie, la création de gouilles par dessouchage a rapidement profité à des espèces à tendance turficole telle que l'Agrion délicat (*Coeragriion tenellum*) et la Cordulie à taches jaunes (*Somatochlora flavomaculata*). Les suivis réalisés après les travaux montrent que la création de gouilles doit s'accompagner de mesures de fauche exportatrice régulières (tous les 3 à 5 ans) pour conserver leur attractivité.



Quand faire les travaux ?

Le pâturage peut être mis en place toute l'année. Le choix de la période de pâturage doit être fait en fonction de la charge, de l'état initial de la végétation ainsi que des objectifs de gestion. Les dates de pâturage doivent pouvoir être adaptées en cours d'année si la végétation semble souffrir d'un surpâturage.

La fauche et le bûcheronnage se font préférentiellement en fin d'été ou en automne. Si le milieu est inondable, les travaux nécessitant des engins mécaniques doivent se faire en période d'étiage afin d'éviter toute dégradation inutile.

Quels moyens ?

Le pâturage

L'investissement pour l'achat des animaux, très variable selon le nombre et l'espèce choisie, constitue une première somme importante de départ. Mettre en place une convention avec un éleveur local évite cette dépense mais réduit les possibilités de choix selon les élevages locaux disponibles. Le temps salarié, principalement alloué à la surveillance des effets du pâturage, constitue la seconde partie du budget à prévoir. La budgétisation du temps nécessaire dépend essentiellement de la surface pâturée à contrôler, mais aussi du nombre d'animaux et de la race choisie. Selon les cas, les services d'un berger peuvent être nécessaires à la bonne surveillance du troupeau.

Les soins et les compléments d'alimentation peuvent représenter des dépenses non négligeables, surtout en hiver si la qualité de la végétation pâturée n'est pas suffisante. Privilégier des races rustiques permet de limiter les frais en soins et surveillance et de les laisser pâturer pendant la mauvaise saison. Le coût du matériel (clôtures, abris, accès à l'eau...) doit également être pris en compte, ainsi que son entretien (réfection régulière des clôtures notamment).

Au total, il faut souvent compter quelques centaines d'euros par hectare et par an. Afin de rentabiliser, au moins en partie, l'action de gestion et si le gestionnaire en est propriétaire, les jeunes issus du troupeau peuvent être vendus.

La fauche et le bûcheronnage

Les travaux manuels peuvent faire l'objet de chantiers de bénévoles ou d'insertion professionnelle et la valorisation des produits peut permettre de réduire le coût de l'opération.

La fauche nécessite du matériel qui peut être loué ou emprunté à un agriculteur voisin. Une débroussailleuse manuelle peut suffire pour les petites surfaces, mais des engins mécaniques (faucheuse ou tracteur muni d'une barre de coupe) sont souvent indispensables sur les grandes parcelles. L'exportation peut nécessiter une presse à balles. Ces engins doivent être adaptés à la portance du sol : tracteur à pneus larges gonflés à basse pression par exemple. Outre le temps de la fauche en elle-même, il faut également compter le temps de fanage et de récolte du foin si celui-ci doit être utilisé.

Les ligneux de gros diamètre doivent être coupés à la tronçonneuse tandis que ceux de plus petits diamètres peuvent l'être *via* de simples serpes et haches. La location d'une rogneuse pour le traitement des souches afin d'en limiter la repousse peut être envisagée. Le dessouchage quant à lui peut nécessiter l'utilisation d'un tracteur et d'un treuil, ou être réalisé à l'aide de chevaux de trait si une entreprise spécialisée se situe à proximité. Quelle que soit la méthode choisie, le temps passé est très variable en fonction de la densité de ligneux à éliminer.

Quel entretien après les travaux ?

Les différentes actions de gestion de la végétation terrestre (fauche, pâturage, coupes de ligneux) sont complémentaires et peuvent donc être utilisées sur un même site.

Par exemple, une prairie humide dont le développement de saules causerait une fermeture progressive du milieu peut être gérée au moyen d'un dessouchage de restauration la première année, puis à l'aide d'un pâturage extensif pendant plusieurs années. Une fauche avec exportation tous les 3 ans peut compléter utilement l'entretien. Les éventuels rejets de saules peuvent nécessiter en sus une coupe régulière.



La mise en place d'un pâturage nécessite un entretien et une surveillance permanents. La surveillance des effets du mode de gestion sur la végétation terrestre et rivulaire permet d'adapter le chargement, si cela s'avère nécessaire. Il est alors important de noter précisément le nombre d'animaux, la surface de l'enclos et les dates de pâturage pour pouvoir tirer des conclusions précises de l'efficacité du pâturage en comparaison aux objectifs souhaités. Il sera ainsi possible d'adapter la charge en fonction des résultats obtenus.

Après la coupe de ligneux, la gestion des rejets constitue le principal entretien. Celui-ci peut être effectué par la mise en place d'une coupe annuelle (en fin d'été ou en hiver), afin d'affaiblir la souche. La mise en place de fauches régulières ou de pâturage permet également de ralentir le développement des jeunes pousses.

La fauche ne peut être une opération unique car la dynamique de la végétation entraînerait un retour très rapide à la situation d'origine. Elle doit être intégrée dans un programme à long terme qui peut intégrer d'autres opérations de fauche, éventuellement accompagnée de pâturage.

Le Canal du Gouillasson (RNN des Ramières) après bûcheronnage visant à ré-ouvrir une des berges.





Semis, plantations, génie végétal

2

3



Principaux milieux concernés

Presque tous les milieux peuvent, dans certaines conditions, nécessiter l'implantation artificielle de végétaux. Seules les tourbières ne sont pas concernées.



Espèces PNA concernées

Tous les d'Odonates peuvent être concernés, à l'exception de *Nehalennia speciosa*, inféodée aux tourbières.



Pour en savoir plus...

BIOTEC & MALAVOI, 2007
 CHOLET & MAGNON, 2010
 DUBREUIL/BIOTOPE, 2006
 FEDERATION DES CONSERVATOIRES
 D'ESPACES NATURELS, 2011
 FORUM DES MARAIS ATLANTIQUES, 2014
 GROSVERNIER & STAUBLI, 2009
 LE BIHAN & BIRARD, 2004
 MIQUET & FAVRE (coord.), 2007
 OERTLI & FROSSARD, 2013
 PONT (coord.), 2007
 TASSARD (coord.), 2014
 WILDERMUTH & KÜRY, 2009

Objectifs de l'action

L'objectif principal de cette action est de végétaliser ou de revégétaliser un milieu. Une telle opération est nécessaire lorsque les conditions empêchent la végétation de s'installer naturellement ou lorsque le gestionnaire, suite à des travaux ayant éliminé la végétation en place, souhaite accélérer le processus de recolonisation. Cette accélération permet notamment de limiter le risque d'installation d'espèces indésirables qui pourraient profiter de l'absence de concurrence.

Les techniques de génie végétal permettent de combiner la végétalisation à de l'apport de matériaux pour participer à stabiliser les berges et à les protéger de l'érosion. Ces techniques sont souvent mises en place en remplacement d'ouvrages en dur (pierre ou béton) qui ont été détruits car jugés trop néfastes à l'habitat.

Tous les types de végétaux peuvent être ainsi implantés : herbacés terrestres, héliophytes, ligneux. Les hydrophytes semblent moins fréquemment implantés par les gestionnaires, mais l'ensemencement d'une mare peut tout à fait être envisagé.

Avant l'implantation artificielle de plantes, il faut d'abord tenter de résoudre les causes de l'absence de végétation et d'améliorer (ou de recréer) les conditions favorables à une installation spontanée d'espèces indigènes locales. Quelle que soit sa forme (semis, plantations...), cette implantation ne doit se faire que si les processus naturels de végétalisation ne sont pas fonctionnels.

Les actions présentées dans cette fiche relèvent soit de la restauration (s'il s'agit de plantations ou de semis sur de faibles surfaces pour simplement favoriser un retour à une situation initiale), soit de la réaffectation ou de la réhabilitation (notamment dans le cas du génie végétal qui revient à créer un nouveau milieu).

Le semis, les plantations, le génie végétal et les Odonates

Qu'elle soit aquatique ou terrestre, la végétation est indispensable au cycle de vie des Odonates, et ceci à plusieurs stades du développement. Les hydrophytes et héliophytes servent de support de ponte, d'abri pour les larves et de reposoir pour les adultes. La végétation terrestre (parfois loin des berges) est nécessaire pour la période de maturation des adultes suite à l'émergence.

Les opérations de végétalisation, si elles sont bien menées (choix des espèces plantées et d'une structure de végétation adaptée aux Odonates), peuvent favoriser l'installation et le développement des libellules.

Interactions avec les autres actions et fiches liées

Les modifications de sol (adoucissement de berges, apports de matériaux) peuvent participer à favoriser l'installation de la végétation : ces actions peuvent être un préalable à celles de végétalisation.

La végétalisation peut avoir des conséquences. La pousse d'hélophytes sur les berges d'un plan d'eau peut participer à l'amélioration de la qualité de l'eau (fiche n°5). Par contre, un trop grand développement (ce qui est possible suite à des plantations ou des semis) peut modifier le fonctionnement hydraulique des milieux courants et accélérer la dynamique de comblement des milieux stagnants. Ainsi, des actions de gestion hydraulique (fiche n°6) ou de curage (fiche n°1) peuvent parfois s'avérer nécessaires quelques années après la plantation. Pour retarder ces phénomènes et éviter d'en arriver à des opérations de restauration, il est possible de mettre en place des actions de gestion régulière (fauche, faucardage, pâturage, coupe - cf. fiches n°7 et 8).

Bien préparer le terrain

Une très bonne connaissance de la faune et de la flore du site et des alentours est indispensable pour choisir les espèces à planter. En effet, il faut respecter au maximum l'écosystème local. La pédologie est également importante pour choisir des espèces adaptées au type de sol. Enfin, pour les opérations de génie végétal, il est nécessaire de maîtriser le fonctionnement hydraulique et hydrogéomorphologique pour tenir compte des phénomènes d'érosion, de modification de l'écoulement de l'eau (vitesse, direction) et de marnage.

Le **choix des espèces végétales** peut être déterminé en fonction de la faune odonatologique présente dans le milieu naturel (pour renforcer son habitat) ou de celle souhaitée. Bien entendu, il ne sert à rien d'implanter une flore particulière pour une espèce spécifique si le site n'est pas inclus dans son aire de répartition ou bien encore si les populations les plus proches sont trop éloignées pour permettre une colonisation. **Il convient donc de se renseigner correctement sur les espèces avant d'engager les opérations.**



Quelles actions ?

Semis et plantations

Selon les types de plantes, plusieurs méthodes peuvent être employées. Le semis et la plantation de plants en mottes conviennent généralement pour des espèces herbacées. Cette deuxième technique est également une solution bien adaptée pour les petits hélophytes. Les ligneux quant à eux peuvent être apportés directement par pieds ou par boutures. Enfin, les grands hélophytes (dans le cas de plantation de roselières en particulier) peuvent être implantés sous la forme de rhizomes, tiges ou graines. Il existe cependant un risque d'échec avec les rhizomes de phragmites dû au pourrissement. Une expérience réussie d'implantation de marcottes a montré que cette alternative peut être efficace.

Si le substrat n'est pas de bonne qualité (cas d'un étang fortement remanié par exemple), un décapage puis apport de terre organique extérieure peuvent être nécessaires avant l'implantation du végétal.

La présence de ragondins sur le site peut poser problème car leurs activités de faucardage de la végétation aquatique et rivulaire peuvent aller à l'encontre de la bonne réussite de l'opération. La pose d'un exclos autour de la zone régénérée peut protéger efficacement les plants et semis. Il faut cependant veiller à ce que le dispositif ne soit pas endommagé au cours du temps par les animaux, auquel cas son efficacité serait compromise. Un piégeage aux alentours peut également limiter la population de ragondins (se rapporter à la fiche n°10).

Génie végétal

Dans certains cas, une simple implantation de végétaux ne suffit pas. Il faut alors faire appel aux techniques de génie végétal associant les végétaux à des matériaux. Ceux-ci ont généralement pour effet de stabiliser la berge tout en favorisant la réussite de l'implantation des végétaux. Pour cela, il vaut mieux privilégier des techniques douces basées sur des matériaux d'origine végétale (tressage, fascines...).

Plantation d'une grève alluviale en bordure de Seine après terrassement et pose d'un textile.



Un travail de terrassement afin d'adoucir la pente des berges constitue parfois une première étape nécessaire. L'apport de matériaux graveleux-terreux sur une couche de surface (10 à 30 cm) permet ensuite d'assurer une cohésion de l'ensemble. La pose d'un géotextile biodégradable (en fibre de coco, jute...) évite l'érosion superficielle et favorise le démarrage des plantations. De plus, lorsqu'il se décompose environ 2 ou 3 ans après son installation, il constitue un engrais végétal appréciable. Les géotextiles sont généralement percés pour

faciliter la plantation. Il est parfois nécessaire de les recouvrir d'un treillage métallique agrafé afin d'éviter un déchirement trop rapide du tissu (notamment aux abords des grands cours d'eau et là où les vagues provoquées par la navigation pourraient endommager le géotextile).

Sur les berges des grands cours d'eau, des matelas-gabions (petites pierres enveloppées dans un treillage métallique) peuvent servir de base solide en pied de berge. Le cours d'eau amènera ensuite naturellement des dépôts de matériaux fins qui seront retenus par le dispositif et viendront ainsi consolider l'ensemble.

Où se procurer les semis, pieds et mottes ?

L'idéal est de se fournir sur place ou à proximité immédiate du site. Cette solution a plusieurs avantages : elle limite les coûts (achat, transport...) et évite l'introduction d'individus au patrimoine génétique différent des populations locales. Pour les grands chantiers, il est possible de créer sa propre pépinière mais cela demande des connaissances approfondies, un espace réservé, de l'investissement financier et temporel ainsi que du matériel adapté.

Certaines espèces (saules, phragmites...) montrent parfois un surdéveloppement sur certains sites. Il est donc parfois possible de profiter d'opérations d'arrachage pour récupérer les pieds ou rhizomes qui serviront aux opérations de végétalisation ou encore de matériel de base au génie végétal.

Si ces solutions ne sont pas envisageables, il faut alors se fournir chez des pépiniéristes ou horticulteurs locaux. Certaines entreprises proposent des nattes déjà végétalisées, ce qui facilite l'installation. Cependant, pour tout achat de plants ou de semis, il faut être très attentif aux espèces fournies et si possible à leur origine (éviter des variétés horticoles ou de provenance trop lointaine).



Quels que soient les travaux, il est indispensable de **n'importer que des espèces autochtones locales, présentes sur le site ou à proximité**. En effet, l'introduction d'autres espèces (même si elles ne sont pas considérées comme exotiques envahissantes ou qu'elles sont autochtones ailleurs en France) peut causer des déséquilibres dans l'écosystème.

De plus, **une attention particulière doit être portée aux matériaux issus de l'extérieur pour éviter l'introduction involontaire d'espèces exotiques envahissantes** en même temps que les plantes souhaitées. Par mesure de précaution, il convient d'éviter d'implanter des pieds issus de sites présentant ces espèces indésirables. Un suivi attentif doit ensuite être mené pour surveiller et prévenir toute colonisation.



Quand faire les travaux ?

La période des travaux dépend essentiellement de la phénologie des plantes à implanter et du stade d'implantation (graines, rhizomes, pieds...). La végétalisation peut se faire en plusieurs étapes sur plusieurs années. Il est ainsi possible de suivre l'effet des premières opérations et d'adapter éventuellement les suivantes.

Quels moyens ?

Pour de simples semis ou plantations de quelques pieds ne nécessitant pas d'engins mécaniques, le coût principal revient au temps salarié nécessaire. L'organisation de chantiers de bénévoles ou d'insertion peut permettre d'atténuer le coût des travaux mais nécessite tout de même un encadrement.

Dans certains cas, des tractopelles ou pelleteuses peuvent être indispensables.

Certains travaux de génie végétal sont complexes et nécessitent une très bonne connaissance des différentes techniques. Il peut donc être indispensable de passer par une entreprise spécialisée. Les coûts et les méthodes proposées peuvent être très variables.

Quel entretien après les travaux ?

Un suivi continu du développement de la végétation est nécessaire, à court et long terme. Ce suivi doit permettre d'envisager des actions d'entretien si certaines espèces montrent un surdéveloppement par rapport à d'autres. Dans ce cas, des actions de gestion ciblées (arrachage, fauche, coupe...) peuvent être nécessaires (cf. fiches n°7 et 8). Pour contrer une dynamique trop importante de la végétation, un pâturage peut également être mis en place si les conditions le permettent.

Inversement, il est possible que certaines plantes ne se développent pas ou peu. Il peut alors être nécessaire d'envisager de nouveaux travaux, éventuellement avec des techniques différentes et si possible après avoir analysé les causes de l'échec.

Le suivi de la végétation doit aussi permettre de détecter dès son apparition l'implantation d'éventuelles espèces exotiques envahissantes, car un repérage précoce facilite leur élimination (cf. fiche n°10).

Aménagement sur un bras mort du Rhône, combinant apport de matériaux, génie végétal et plantations.





Gestion des espèces indésirables

1

2

3



Principaux milieux concernés

Tous les milieux, qu'ils soient aquatiques ou terrestres sont susceptibles de subir l'installation et la prolifération d'espèces indésirables.



Espèces PNA concernées

Toutes les espèces d'Odonates peuvent être concernées.



Pour en savoir plus...

Le portail du groupe de travail « Invasions biologiques en milieux aquatiques », coordonné par l'Onema et UICN France, rassemble de très nombreux documents techniques et retours d'expériences sur cette problématique :

<http://www.gt-ibma.eu/>

ATEN (collectif), 2006
 CRASSOUS & KARAS, 2007
 DUBREUIL/BIOTOPE, 2006
 FORUM DES MARAIS ATLANTIQUES, 2013
 FORUM DES MARAIS ATLANTIQUES, 2014
 HAURY *et al.*, 2010
 HUDIN & VAHRAMEEV, 2010
 LAFFITTE *et al.*, 2009
 MANDON-DALGER, 2010
 MARANDON, 2014
 MATRAT *et al.*, 2012
 MERCIER, 2013
 MISSIONS INTER SERVICES DE L'EAU DE LORRAINE, 2009
 OERTLI & FROSSARD, 2013
 OPIE & SFO, 2012
 PONT (coord.), 2007
 PROMPT & GUILLERME (coord.), 2011
 RICHIER & BROYER, 2014
 SARAT *et al.*, 2015
 SIESA, 2010

Objectifs de l'action

Le moyen de gestion le plus efficace contre les espèces indésirables demeure la prévention. Celle-ci peut être envisagée de plusieurs manières : se former à l'identification des espèces, observer et faire une veille régulière des sites, informer et sensibiliser les usagers et les acteurs impliqués dans la gestion du site et des environs. Au-delà de cette prévention, une vigilance particulière doit être portée quant au nettoyage du matériel utilisé (location d'engins notamment) et aux apports de matériaux (plants, terres...) lors de travaux.

L'objectif premier d'un gestionnaire confronté à une espèce déjà installée est d'effectuer un état des lieux de la colonisation pour mieux ajuster les actions de gestion. Selon les situations, le contexte et l'espèce, l'éradication peut s'avérer difficile voire souvent impossible à atteindre. Dans ce cas, il faudra tenter de limiter sa dispersion et de contraindre son expansion au-delà d'un seuil acceptable permettant le maintien des espèces prioritaires du site.

Cette fiche présente des exemples pour les espèces indésirables les plus fréquemment rencontrées et dont les interactions avec les écosystèmes peuvent poser problème pour la faune odonatologique. Il existe cependant d'autres espèces exotiques envahissantes contre lesquelles les moyens de gestion peuvent être différents. Dans ces cas, une recherche bibliographique complémentaire peut s'avérer nécessaire afin de trouver des solutions de lutte adéquates.

Impact des espèces indésirables sur les Odonates et leurs habitats

De nombreuses espèces exotiques ont été introduites par l'Homme dans nos milieux aquatiques. Certaines d'entre elles prolifèrent et sont devenues localement des menaces importantes pour la diversité des Odonates. Les effets de ces menaces sont visibles par de multiples aspects. Elles peuvent se traduire par une compétition accrue avec les espèces locales, une prédation notamment auprès des larves, ou encore par des atteintes à leur milieu de vie (turbidité, disparition d'herbiers aquatiques, eutrophisation, comblement, atterrissement...) pouvant entraîner la disparition de niches écologiques essentielles au maintien des libellules sur leur habitat.

L'introduction de poissons, dans des mares et des étangs autrefois exempts, cause localement de graves perturbations du système aquatique. Par exemple, l'activité de fouissage de la Carpe amour (*Ctenopharyngodon idella*), originaire d'Asie, impacte les populations de la Leucorrhine à large queue (*Leucorrhinia caudalis*). En effet, elle déracine et endommage fortement les herbiers de plantes aquatiques dont la libellule a besoin pour se reproduire. Ce poisson peut coloniser des plans d'eau entiers, réduisant ainsi la diversité de la faune et de la flore. La Carpe commune (*Cyprinus carpio*) peut avoir les mêmes effets lorsqu'elle est trop abondante.

Interactions avec les autres actions et fiches liées

Le développement d'espèces indésirables a des conséquences sur le milieu qui peuvent nécessiter d'autres actions de gestion que la simple suppression de ces espèces dans le milieu.

Par exemple, les jussies (*Ludwigia* spp.) sont capables de colmater des canaux et donc de modifier le fonctionnement hydraulique du site. Les ragondins (*Myocastor coypus*), outre leur action de consommation de la végétation aquatique et rivulaire, peuvent détériorer fortement les berges et ouvrages hydrauliques (digues, barrages en terre...). Des opérations de curage ou de terrassement sont donc parfois indispensables.

Bien préparer le terrain

Il est tout d'abord essentiel d'identifier la source d'introduction de l'espèce ciblée afin d'empêcher ou tout du moins de limiter toute réintroduction. Une cartographie précise de la présence de l'espèce indésirable doit être réalisée sur l'ensemble du site préalablement à toute mise en œuvre d'actions afin de ne pas négliger certains secteurs qui pourraient alors être la source d'une recolonisation des zones traitées.

En cas de piégeage, la cartographie doit permettre de définir précisément les endroits où les pièges doivent être installés. Plusieurs autres paramètres tels que la présence régulière ou non des animaux (traces, fèces...), la configuration du terrain, la présence de milieux favorables ou encore les zones de passages entre les sites peuvent aider à choisir les sites de piégeage.

La réglementation liée au piégeage doit obligatoirement être prise en compte. En effet, selon les méthodes, une autorisation préfectorale de piégeage peut être indispensable, voire dans certains cas un permis de chasser. Une convention peut être passée avec un piégeur ou avec les associations de chasse ou de pêche locales. L'ONCFS et l'Onema peuvent être consultés en amont pour mettre en place ces interventions de gestion (appui technique et juridique).

La faune piscicole

Dans le cadre d'un programme de restauration et de valorisation de mares communales, le Cen Allier a profité d'opérations de vidange et de curage pour retirer les poissons de plusieurs plans d'eau entre 2005 et 2009 afin de favoriser le retour d'une biodiversité, notamment odonatologique. Cependant, malgré la réussite de cette entreprise sur certaines mares, un repoissonnement volontaire par des riverains a été rapidement constaté, et ce malgré les efforts de sensibilisation déployés. Le bilan du programme a également montré qu'une vidange et un curage partiels ne sont pas toujours efficaces à eux seuls pour résoudre la problématique des populations piscicoles en milieu stagnant. Si une vidange n'est pas envisageable, une pêche électrique ou au filet peut être opérée, mais cela requiert un gros effort de capture.

L'utilisation de substances toxiques dans les milieux aquatiques est interdite (arrêtés ministériels). En effet, celles-ci ne sont pas ou peu sélectives et détruisent également la faune autochtone. Elles peuvent donc grandement impacter les larves d'Odonates.



Afin d'éviter un (ré)empoisonnement volontaire des plans d'eau, il est indispensable de mettre en place une **sensibilisation des riverains et usagers**. Des panneaux informatifs peuvent par exemple être implantés aux abords.

Si le plan d'eau est à vocation de pêche de loisir et qu'une suppression des poissons n'est donc pas envisageable, un compromis peut être trouvé dans le **choix des espèces piscicoles** et une **modulation de la quantité et de la qualité des amendements**. À l'occasion d'une vidange, une élimination sélective de certaines espèces problématiques pour la faune odonatologique peut être opérée.



Le reste de la faune

Ragondin.



Il est très difficile voire impossible d'éradiquer totalement les populations indésirables d'un site colonisé. La meilleure solution est le piégeage qui peut être maintenu toute l'année. Plusieurs types de pièges peuvent être utilisés tels que des cages, des nasses ou encore des pièges flottants. Ils peuvent limiter fortement les populations d'un site, mais il faut pour cela que la densité de pièges soit suffisante et que leur localisation soit bien réfléchi. Les systèmes de piégeage doivent être relevés tous les jours avant midi, comme le veut la réglementation française.

Cependant, si d'autres sites colonisés sont situés à proximité, une recolonisation permanente depuis l'extérieur peut être observée. Sauf dans le cas d'une campagne intensive et menée à très large échelle, il est nécessaire de maintenir une pression de capture sur le long terme, notamment en positionnant des pièges sur les bordures du site.

L'Écrevisse de Louisiane (*Procambarus clarkii*), l'Écrevisse américaine (*Orconectes limosus*) et l'Écrevisse de Californie (*Pacifastacus leniusculus*) ont été introduites dans nos eaux douces à des fins commerciales. Ce sont des prédateurs extrêmement préjudiciables aux larves de libellules. Des populations de Cordulie splendide (*Macromia splendens*), espèce endémique de la région franco-ibérique et classée « vulnérable » sur la Liste rouge européenne des Odonates, ont déjà été vraisemblablement impactées. En Italie, les travaux menés par SIESA dans le cadre de sa thèse (2010) démontrent la corrélation négative entre la présence de l'Écrevisse de Louisiane et la communauté d'Odonates de plusieurs zones humides.

Les populations de Cordulie splendide semblent souffrir de la prédation opérée par l'Écrevisse de Louisiane.



Des travaux de vidange et de curage ne sont généralement pas suffisants pour éliminer les espèces animales indésirables, et s'ils peuvent réduire temporairement certaines populations d'écrevisses, des expériences ont montré qu'ils n'ont aucun effet sur les populations de ragondins. Cependant, si une vidange doit être menée pour d'autres raisons, il peut être intéressant de profiter de l'occasion pour mener une opération intensive de piégeage car les animaux sont alors plus vulnérables.

La Tortue de Floride

Concernant la gestion de la Tortue de Floride (*Trachemys scripta elegans*), une opération expérimentale de tirs a été menée en Auvergne sur des étangs et une annexe fluviale, en partenariat avec l'ONCFS. Les tirs étaient dirigés sur des individus en période de thermorégulation, c'est-à-dire lorsque les tortues prennent un bain de soleil hors de l'eau. Au cours de 9 sorties, 16 tortues ont été observées, 15 ont fait l'objet de tirs et 9 ont été abattues. Avec une moyenne de 3 heures pour éliminer une tortue, les auteurs estiment que ce moyen peut être efficace en comparaison au piégeage, d'autant qu'avec de l'expérience, l'efficacité de cette méthode peut être augmentée.

Les plantes aquatiques

L'arrachage manuel est la méthode conseillée lorsque le milieu colonisé est fragile car elle est très sélective et permet ainsi de préserver la végétation autochtone. Cependant, celle-ci n'est possible que si les surfaces impactées ne sont pas trop importantes ou si elle vient en complément d'un arrachage mécanique. Il s'agit d'un travail long et souvent pénible, parfois difficile, qui nécessite l'emploi de matériel adapté (cuissardes, embarcations...). L'arrachage doit être précautionneux pour limiter la dérive de fragments qui peuvent être à l'origine de boutures et doit tenter de retirer au maximum les rhizomes.

L'arrachage mécanique présente plusieurs variantes avec du matériel différent selon les cas : griffe, godet à dents, bras hydraulique, chalut... Chacune présente ses avantages et ses limites. Elles sont cependant toutes peu sélectives et permettent rarement de retirer toutes les plantes du milieu, ce qui conduit fréquemment à une recolonisation progressive : un complément manuel est nécessaire. De plus, il faut être vigilant quant aux nombreux fragments qui sont libérés lors de l'opération, et les récupérer à l'aide d'épuisettes.

Pour les milieux courants ou interconnectés, l'installation de barrages en aval de la zone d'opération peut permettre d'éviter une propagation de fragments lors des opérations d'arrachage. Dans les milieux stagnants, cette pose de barrages peut permettre d'éliminer les dérives éventuelles de boutures occasionnées par le vent. Ces barrages de contention sont constitués de filets ou de grillages présentant des mailles inférieures au centimètre. Le système doit être doublé afin de pouvoir lever le filet colmaté sans perte de fragments, qui seront alors récupérés dans le second filet situé plus en aval. Des barrages flottants ne sont généralement pas suffisants car il faut que toute la profondeur du cours d'eau soit protégée. Ces installations ne sont mises en place que temporairement, le temps de l'arrachage suivi de quelques heures, afin ne pas gêner la faune locale.

Pour la flore, les applications d'herbicides en milieux aquatiques ne sont pas autorisées à cause de leurs impacts sur le milieu (destruction d'espèces autochtones et pollution durable pouvant porter atteinte à l'habitat des larves de libellules). De plus, leur efficacité est limitée dans le temps : la végétation indésirable repart généralement dès l'année suivant l'application.



En milieu saumâtre, des essais d'assecs répétés actuellement en cours semblent montrer un impact de l'eau salée sur la Jussie grâce à la remontée de sel, avec cependant des conséquences sur la faune et la flore indigène.

Dans certains cas extrêmes, mieux vaut limiter les risques de dissémination plutôt que d'essayer de restaurer le site touché. En Normandie, un bras mort envahi de Crassule de Helms (*Crassula helmsii*) a ainsi dû être comblé. La digue séparant le bras mort de la rivière a été renforcée. Une buse, équipée d'un filtre côté bras mort et d'un clapet anti-retour de l'autre, a permis de réguler les niveaux d'eau. Enfin, sur l'ensemble des 1 700 m² touchés, une couche de plus d'un mètre de terre a été déversée sur la Crassule. Une veille active est nécessairement maintenue sur site et aux environs afin d'éviter une recolonisation comme cela a pu être observé sur ce site : la Crassule est revenue, apportée par l'amont.



Bras mort totalement envahi de Crassule.

Que faire des plantes arrachées et des animaux tués ?

Concernant les plantes, plusieurs options sont possibles : séchage, dépôt en décharge, enfouissement (souvent accompagné d'un chaulage), incinération (se renseigner sur la réglementation liée au feu), compostage ou encore épandage (suite à broyage). Le choix dépendra des possibilités sur place et des volumes concernés. Certaines méthodes (séchage et compostage en particulier) nécessitent des précautions (pose de bâches...) et doivent être réalisées dans un lieu éloigné des zones humides afin de ne pas risquer une dissémination. De même, le transport doit faire l'objet de précautions importantes.

Si les quantités ne sont pas trop importantes (moins de 40 kg), les invertébrés morts peuvent être laissés sur place et les vertébrés enterrés profondément avec de la chaux. Au-delà de 40 kg, ils doivent être pris en charge par les services d'équarissage.

Quand mener les opérations ?

Les opérations de gestion doivent être menées le plus tôt possible après repérage de l'espèce et jusqu'à arriver à un niveau de colonisation acceptable. Les opérations passives (piégeage) peuvent être permanentes tandis que les opérations actives (arrachage, tir) doivent parfois être répétées à quelques semaines d'intervalle si nécessaire et souvent durant plusieurs années.

Selon la phénologie des espèces, certaines périodes sont plus favorables à la mise en œuvre d'actions de gestion. Concernant les végétaux, la germination et la période précédent la floraison sont généralement les moments pendant lesquels les actions de gestion peuvent s'avérer les plus efficaces et peuvent d'ailleurs être complémentaires (par exemple une coupe à chacune de ces périodes). Cependant, chaque cas étant différent, il est nécessaire de se renseigner sur la phénologie et la biologie de l'espèce cible pour adapter au mieux le calendrier de l'action.

Quels moyens ?

Ce sont des actions sur le long terme qui nécessitent de la réflexion et de la planification. C'est donc ce temps qui constitue *a priori* une part importante du budget. Si des engins mécaniques sont nécessaires, la location doit être prise en compte.

Pour les piégeages, un investissement de départ est nécessaire pour acheter les cages et nasses (jusqu'à quelques dizaines d'euros l'unité). Dans certains cas, ces actions de piégeage (ragondin en particulier) peuvent être menées en partenariat avec les fédérations de chasseurs qui peuvent alors prendre en charge ces frais en fournissant les cages.

Quel entretien après les premières interventions ?

La gestion des espèces indésirables nécessite une surveillance régulière sur le long terme, à adapter au rythme biologique et écologique des espèces à gérer. Suite à la mise en place de travaux visant à éradiquer ou à réguler une espèce, un suivi des effets des actions doit être mis en place afin de vérifier les résultats obtenus et de surveiller sa nouvelle progression si les méthodes de régulation n'ont pas fonctionné. Si le suivi montre que l'espèce se développe de nouveau, des actions doivent être mises en place le plus rapidement possible afin d'éviter que l'espèce ne poursuive sa progression.

Cette surveillance doit être réalisée aussi bien sur les sites traités que sur les secteurs voisins, même si ceux-ci ne sont pas encore colonisés, afin d'éviter toute réimplantation par un apport extérieur vers le site géré.

Plan d'eau envahi de Jussie.



Conclusion

« Il s'agit maintenant de passer de la théorie à la pratique. Ce guide indique le chemin à suivre ; aux acteurs de la conservation de la nature de s'y engager concrètement. L'objectif est de préserver et promouvoir la diversité des espèces de libellules. Pour l'atteindre, une volonté politique claire et des moyens financiers sont indispensables, en plus des personnes prêtes à s'engager. »

WILDERMUTH & KÜRY, 2009



Comme le disaient WILDERMUTH et KÜRY dans leur guide *Protéger et favoriser les libellules*, il est temps de passer à l'action ! Ce guide technique de gestion conservatoire en faveur des Odonates a vocation à fédérer les acteurs autour d'un seul et unique objectif : préserver les libellules et leurs habitats.

Préalablement à toute intervention, un gestionnaire doit se poser les bonnes questions : quelles sont les espèces présentes et quelles sont leurs exigences écologiques ? Face à cette diversité, quelles sont les responsabilités du site ? Quel est l'état de santé des habitats ? Comment appréhender au mieux la gestion conservatoire du site en prenant en compte l'ensemble de ces éléments ? Afin d'y répondre, il est conseillé de s'entourer de spécialistes des Odonates pour mieux cerner les problématiques du site. Ce document doit en premier lieu aider le gestionnaire à hiérarchiser les étapes à mettre en place. Lorsque les objectifs de conservation sont définis, il s'agit alors, en complément des compétences techniques internes et du réseau local, de s'appuyer sur ce guide pour suivre les étapes listées et cibler la ou les action(s) adéquate(s).

De son côté, l'odonatologue peut mettre sa connaissance et ses compétences naturalistes au service de la conservation. Lorsqu'il détecte la présence d'une espèce d'intérêt patrimonial ou un dysfonctionnement du milieu (absence d'espèces caractéristiques de l'habitat par exemple) sur un site, il peut se rapprocher des organismes gestionnaires pour les alerter. Lorsque celui-ci en est dépourvu, les structures locales en charge de la préservation de la nature, les autorités compétentes ou encore le propriétaire peuvent être contactés. Il peut ensuite proposer de s'impliquer dans la réalisation du diagnostic préalable à l'action (inventaire des Odonates, analyse des besoins et des facteurs de dégradation), orienter les mesures en fonction des exigences écologiques des espèces et poursuivre ce partenariat pour évaluer l'efficacité de ces dernières sur les Odonates. Ce guide offre également la possibilité à l'odonatologue d'être lui-même acteur de la conservation en proposant les éléments clés d'une gestion conservatoire réussie.

Ces partenariats entre gestionnaires et naturalistes doivent permettre de mettre en œuvre les opérations dans les meilleures conditions. D'une manière plus générale, la gestion conservatoire doit être le fruit d'une concertation entre l'ensemble des acteurs du territoire : la coopération, les échanges et les partages d'expériences sont les garants de la réussite de l'action entreprise.





Bibliographie

A AFNOR, 2012. *Génie écologique. Méthodologie de conduite de projet appliqué à la préservation et au développement des habitats naturels. Zones humides et cours d'eau*. Norme française NF X 10-900.

AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE, 2007. *Guide méthodologique pour l'identification des secteurs à zones humides fonctionnelles et prioritaires pour la gestion de l'eau*. ASCONIT-ECOSPHERE. 61 pp.
<http://www.eau-adour-garonne.fr/fr/informations-et-donnees/mediatheque-d-adour-garonne/les-etudes-de-l-agence.html>

AGENCE DE L'EAU SEINE-NORMANDIE, 2013. *Guide juridique et pratique sur la gestion des milieux aquatiques et humides*. Mise à jour Mai 2013. 157 pp.
<http://www.eau-seine-normandie.fr/index.php?id=6693>

AGREIL C. & GREFF N., 2008. *Des troupeaux et des hommes en espaces naturels, une approche dynamique de la gestion pastorale*. Les cahiers techniques. Conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels, Vourles. 87 pp.
<http://www.cen-rhonealpes.fr/gttroupeauxhommes/>

ANRAS L. & BOUCARD C., 2002. *Exemples de gestion raisonnée de l'eau de surface en marais littoraux. Rencontre des agents de marais en Charente-Maritime – 4 et 5 octobre 2001*. Cahier technique. Forum des Marais Atlantiques, Rochefort. 63 pp.
http://www.forum-marais-atl.com/iso_album/gestion-eau.pdf

ANRAS L. & JAWORSKI L., 2005. *Recueil d'expériences de restaurations de fonctions hydro-écologiques de zones humides littorales. Méthode d'analyse fonctionnelle*. Forum des Marais Atlantiques, Rochefort. 37 pp.
<http://www.forum-zones-humides.org/restauration-fonctions-zones-humides.aspx>

ANRAS L., 2009. *Mettre en place un projet de restauration de zones humides. Guide pour les porteurs de projet*. Forum des Marais Atlantiques, Rochefort. 33 pp.
<http://www.forum-zones-humides.org/projet-restauration-zones-humides.aspx>

ANRAS L., BLACHIER P., HUSSENOT J., LAGARDERE J.-P., LAPOUYADE P., MASSE J., POITEVIN B. & RIGAUD C., 2004. *Les Marais salés atlantiques. Mieux connaître pour mieux gérer*. Cahier technique. Forum des Marais Atlantiques, Rochefort. 72 pp.
<http://www.forum-zones-humides.org/gestion-marais-sales.aspx>

ANRAS L., VIENNE L., RIGAUD C. & MASSE J., 2003. *Outils de suivis d'actions d'entretien des milieux aquatiques en marais doux*. Guide méthodologique. Forum des Marais Atlantiques, Rochefort. 26 pp.
<http://www.forum-zones-humides.org/suivis-actions-entretien-milieux.aspx>

ARNABOLDI F. & ALBAN N., 2006. *La gestion des mares forestières de plaine*. Office National des Forêts. 215 pp.

ATEN (collectif), 2006. *Memento de terrain. Gestion des milieux et des espèces*. Cahiers techniques, n°83. ATEN. 105 pp.
<http://ct83.espaces-naturels.fr> (fiches téléchargeables séparément)

ATEN (collectif), 2010. *Droit et police de la nature. Outils juridiques pour la protection des espaces naturels*. Cahiers techniques, n°78. Crozet S., ministère de l'Ecologie et du développement durable, GIP Atelier technique des espaces naturels, délégation à l'Aménagement du territoire et à l'action régionale, ministère des Transports, de l'équipement, du tourisme et de la mer, Office national des forêts, Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres, ministère de l'Agriculture et de la pêche, MEDD-ATEN. 58 pp.

<http://ct78.espaces-naturels.fr> (fiches téléchargeables séparément)

AYACHE S., 2010. *Énergie animale et gestion des espaces naturels*. Les cahiers techniques. Conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels, Vourles. 20 pp.

<http://www.cen-rhonealpes.fr/ctenergieanimale/>

B BARNETCHE C., FORST C. & PERESS J., 2010. *La restauration des cours d'eau : recueil d'expériences sur l'hydromorphologie*. Onema/AE. 364 pp.

<http://www.onema.fr/Hydromorphologie,510>

BELLANGER J. (coord.), 2007. *Les ruisseaux de la source à la rivière*. Les cahiers techniques. Conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels, Vourles. 20 pp.

<http://www.cen-rhonealpes.fr/ctruisseaux/>

BENSETTITI F. & GAUDILLAT V. (coord.), 2002. *"Cahiers d'habitats" Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 7 – Espèces animales*. MEDD/MAAPAR/MNHN. La Documentation française, Paris. 353 pp.

<http://inpn.mnhn.fr/telechargement/documentation/natura2000/cahiers-habitats>

BERENGER M. & MARCIAU R. (coord.), 2007. *Les tourbières à buttes de sphaignes et droséras*. Les cahiers techniques. Conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels, Vourles. 20 pp.

<http://www.cen-rhonealpes.fr/cttourbieres/>

BERTHELOT M.-M. (coord.), 2015. *Guide d'élaboration des plans de gestion des espaces naturels*. Cahiers techniques, n°88. ATEN/Biotope.

<http://ct88.espaces-naturels.fr/>

BIOTEC & MALAVOI J.-R., 2007. *Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau*. Agence de l'eau Seine-Normandie. 60 pp. (+ Guide de terrain 100 pp.)

<http://www.eau-seine-normandie.fr/index.php?id=5313>

BONNELLE C., THEROND I., MICOUD A., GREGOIRE F., MARAILHAC D., JULLIAN L., THILL A. & FAVEROT P., 2009. *Une démarche de concertation pour la gestion du patrimoine naturel*. Les cahiers techniques. Conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels, Vourles. 24 pp.

<http://www.cen-rhonealpes.fr/ctconcertation/>

BOUDOT J.-P. & DOMMANGET J.-L., 2012. *Liste de référence des Odonates de France métropolitaine*. Société française d'Odonatologie, Bois-d'Arcy (Yvelines), 4 pp.

www.libellules.org

C CERESA, 2012. *Guide technique d'aménagement et de gestion des zones humides du Finistère*. Conseil général du Finistère, Forum des Marais Atlantiques, Agence de l'eau Loire-Bretagne. 250 pp.

http://www.zoneshumides29.fr/outils_g.html

CHOCAT B. (coord.), 2013. *Ingénierie écologique appliquée aux milieux aquatiques*. ASTEE & Onema. 356 pp.

<http://www.astee.org/production/ingenierie-ecologique-appliquee-aux-milieux-aquatiques-pourquoi-comment/>

CHOLET J. & MAGNON G., 2010. *Tourbières des montagnes françaises. Nouveaux éléments de connaissance, de réflexion et de gestion*. Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, Pôle-relais tourbières. 188 pp.

<http://www.zones-humides.eaufrance.fr/?q=node/1091>

CIZEL O., 2005. *Zones humides – Loi sur le développement des territoires ruraux*. Lettre d'information Textes et jurisprudence, n°11 : 7-12.

<http://www.pole-lagunes.org/documentation/autres-publications/syntheses/zones-humides-textes-et-jurisprudence-ouvrages-et-rappor>

CIZEL O., 2008. *Nouvelles dispositions applicables aux zones humides*. Intervention lors de la réunion du Réseau interrégional des gestionnaires de lagunes (RIGL), 12 décembre 2008, Tour du Valat. 24 pp.

http://archive.pole-lagunes.org/web/view_section.php?id_section=711&anchorName=7

CIZEL O., Groupe d'histoire des zones humides, 2010. *Protection et gestion des espaces humides et aquatiques. Guide juridique d'accompagnement des bassins de Rhône-Méditerranée et de Corse*. Agence de l'eau RM&C, Pôle relais lagunes méditerranéennes. 566 pp.

<http://www.pole-lagunes.org/documentation/publications-du-pole/guide-juridique-d-accompagnement-des-bassins-de-rhone-mediterrane>

COÏC B., FRAPPA F. & LAZA L., 2001. *Tourbières en Rhône-Alpes. Un patrimoine commun à gérer*. Conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels, Vourles. 48 pp.

COLAS S. & HEBERT M., 2000. *Guide d'estimation des coûts de gestion des milieux naturels ouverts*. Espaces Naturels de France, Orléans. 134 pp.

<http://centrederesources-loirenature.com:8080/dyn/portal/index.seam;jsessionid=9fbb6ea172711d41e1b2b3715d45?page=alo&alold=11535&cid=687>

CONSERVATOIRE D'ESPACES NATURELS DU LIMOUSIN, 2012. *Les tourbières du Limousin*. Conservatoire d'espaces naturels du Limousin, Saint-Gence. 60 pp.

COPPA G., 1989. Aménagement de biotopes à Odonates sur des tourbières de moyenne altitude dans les Ardennes (08). *Martinia*, 5(4) : 91-95.

COPPA G., 2002. Gestion et protection des milieux aquatiques. In : BOUDOT J.-P. & DOMMANGET J.-L. (coord.), 2002. Actes des Premières et Secondes Rencontres odonatologiques de France (Bonnevaux - 4, 5 et 6 août 1990 & Oulches - 16, 17, 18 et 19 juin 1995). *Martinia*, hors-série 4 : 13-16.

CORBET. P., 1999. *Dragonflies: Behaviour and Ecology of Odonata*. Harley Books, Colchester. 829 pp.

CRASSOUS C. & KARAS F., 2007. *Guide de gestion : Tourbières et marais alcalins des vallées alluviales de France septentrionale*. Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, Pôle-relais tourbières. 203 pp.

<http://www.pole-tourbieres.org/documentation/les-publications-du-pole-relais-45/article/guide-de-gestion-tourbieres-marais-188>

D DES TOUCHES H. & ANRAS L., 2005. *Curage des canaux et fossés d'eau douce en marais littoraux*. Cahier technique. Forum des Marais Atlantiques, Rochefort. 43 pp.

<http://www.forum-zones-humides.org/curage-marais-doux.aspx>

DIJKSTRA K.-D. B. & LEWINGTON R., 2007. *Guide des Libellules de France et d'Europe*. Delachaux et Niestlé, Paris. 320 pp.

DIREN LIMOUSIN (coord.), 2009. *Reconnaître, comprendre et gérer les zones humides en Limousin*. 6 pp.

<http://www.limousin.developpement-durable.gouv.fr/zones-humides-a168.html>

DOMMANGET J.-L., 1998. *Les libellules et leurs habitats*. Société française d'Odonatologie, Ministère chargé de l'Environnement. 20 pp.

DOUCET G., 2016. *Clé de détermination des Exuvies des Odonates de France*. 3ème édition. Société française d'Odonatologie, Bois-d'Arcy, 68 pp.

DUBREUIL C. / BIOTOPE, 2006. *Une expérience de développement durable : la gestion harmonique dans les parcs départementaux de Seine-Saint-Denis, de 1990 à 2005*. Biotope, Mèze, collection Parthénope. 144 pp.

DUPIEUX N., 1998. *La gestion conservatoire des tourbières de France. Premiers éléments scientifiques et techniques*. Espaces Naturels de France, Orléans. 244 pp.

<http://www.zones-humides.eaufrance.fr/?q=node/1091>

DUPONT P. (coord.), 2010. *Plan national d'actions en faveur des Odonates*. Office pour les insectes et leur environnement / Société française d'Odonatologie – Ministère de Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer. 170 pp.

<http://odonates.pnaopie.fr/>

DURY B., HERMANT A. & NAJEAN C., 2012. *Les mares agricoles de Bourgogne. Comment les utiliser et les entretenir ?* Réseaux des mares de Bourgogne. Conservatoire d'espaces naturels de Bourgogne, Chambres départementales d'agricultures. 24 pp.

<http://www.cen-bourgogne.fr/index.php/actions-biodiversite/reseaux-mares-de-bourgogne.html>

E EAU DE PARIS, 2014. *La gestion écologique des espaces naturels*. 45 pp.

<http://www.eaudeparis.fr/lespace-culture/actualites/actualite/news/eau-de-paris-edite-un-guide-pour-promouvoir-la-gestion-ecologique-des-espaces-naturels/>

F FAVRE E. (coord.), 2007. *Les anciens bras fluviaux : lônes, boires, noues*. Les cahiers techniques. Conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels, Vourles. 20 pp.

<http://www.cen-rhonealpes.fr/ctanciensbrasfluviaux/>

FEDERATION DES CONSERVATOIRES D'ESPACES NATURELS, 2011. *Travaux en zones humides : vade-mecum des bonnes pratiques*. 75 pp. + 18 fiches.

<http://www.pole-tourbieres.org/documentation/les-publications-du-pole-relais-45/article/travaux-en-zones-humides-vade-190>

FORUM DES MARAIS ATLANTIQUES, 2013. *Boîte à Outils « Zones Humides »*. Agence de l'eau Seine-Normandie. 240 pp.

<http://www.forum-zones-humides.org/boites-outils-zones-humides.aspx>

FORUM DES MARAIS ATLANTIQUES, 2014. *Mallette d'indicateurs de travaux et de suivis en zones humides*. Agence de l'eau Loire-Bretagne et Conseil régional des Pays de la Loire. 177 pp.

<http://www.forum-zones-humides.org/telechargement-mallette-indicateurs.aspx>

FRANZONI A., 2013. *Fiche technique : aide à la gestion et à l'entretien des biotopes à Agrion de Mercure Coenagrion mercuriale (Charpentier, 1840)*. CBNFC-ORI, Besançon. 6 pp.

<http://conservatoire-botanique-fc.org/doc-cbnfc-ori/entomofaune-franche-comte-doubs-jura>

G GENTY C., 2012. *L'évolution des zones humides entre 2000 et 2010. Des pressions toujours fortes*. Commissariat général au développement durable, Service de l'observation et des statistiques. Le point sur, n°144. 4 pp.

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/LPS144.pdf>

GOURMAND A.-L., VANAPPELGHEM C. & JEANMOUGIN M., 2012. *Bilan 2011 du Suivi Temporel des libellules en France*. SFO-Opie-MNHN-Cen Nord-Pas-de-Calais. 25 pp.

<http://odonates.pnaopie.fr/steli/>

GRAND D. & BOUDOT J.-P., 2006. *Les Libellules de France, Belgique et Luxembourg*. Biotope, Mèze, Collection Parthénope. 480 pp.

GRASSI J.-L. (coord.), 2010. *Les mares prairiales à triton crêté*. Les cahiers techniques. Conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels, Vourles. 20 pp.

<http://www.cen-rhonealpes.fr/ctmares/>

GRILLAS P., GAUTHIER P., YAVERCOVSKI N. & PERENNOU C., 2004a. *Les mares temporaires méditerranéennes. Volume 1 – Enjeux de conservation, fonctionnement et gestion*. Station biologique de la Tour du Valat, Arles. 121 pp.

http://www.tourduvalat.org/sites/default/files/guide_gestion_vol1.pdf

GRILLAS P., GAUTHIER P., YAVERCOVSKI N. & PERENNOU C., 2004b. *Les mares temporaires méditerranéennes. Volume 2 – Fiches espèces*. Station biologique de la Tour du Valat, Arles. 121 pp.

http://www.tourduvalat.org/sites/default/files/guide_gestion_vol2.pdf

GROSVERNIER P. & STAUBLI P., 2009. *Régénération des hauts-marais. Bases et mesures techniques*. L'environnement pratique, n°0918. Office fédéral de l'environnement, Berne. 96 pp.

<http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00879/index.html?lang=fr>

GTCLS (collectif), 2013. *Fiches de protection des espèces – Libellules*. Groupe de travail pour la conservation des Libellules de Suisse, CSCF info fauna, Neuchâtel et Office fédéral de l'environnement, Berne.

<http://www.cscf.ch/cscf/page-32584.html> (fiches téléchargeables séparément)

GUERBAA K., 2009. Restauration de milieux favorables à *Coenagrion mercuriale* (Charpentier, 1840) sur la Réserve naturelle nationale de la Tourbière des Duges (Saint-Léger-la Montagne, Haute-Vienne). *Martinia*, 25 (3) : 131-132.

<http://odonates.pnaopie.fr/ressources/bibliographie/bibliographie-par-espece/>

H HANNON E. R. & HAFERNIK J. E., 2007. Reintroduction of the rare damselfly *Ischnura gemina* (Odonata: Coenagrionidae) into an urban California park. *Journal of Insect Conservation*, 11 (2) : 141-149.

<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10841-006-9027-8#page-1>

HAURY J., HUDIN S., MATRAT R. & ANRAS, L. (coord.), 2010. *Manuel de gestion des plantes exotiques envahissant les milieux aquatiques et les berges du bassin Loire-Bretagne*. Fédération des Conservatoires d'espaces naturels. 136 pp.

http://www.centrederessources-loirenature.com/home.php?num_niv_1=1&num_niv_2=4&num_niv_3=11&num_niv_4=58

HEIDEMANN H. & SEIDENBUSCH H., 2002. *Larves et exuvies des libellules de France et d'Allemagne (sauf la Corse)*. Société française d'Odonatologie, Bois-d'Arcy. 415 pp.

HENTZ J.-L., DELIRY C. & BERNIER C., 2011. *Libellules de France. Guide photographique des imagos de France métropolitaine*. Gard Nature / GRPLS, Beaucaire. 200 pp.

HOUARD X. & BOUGET C., 2015. Les communautés d'insectes : une information originale sur l'état des milieux pour le gestionnaire. *Espaces naturels*, 49 : 30-31.

HUDIN S. & VAHRAMEEV P. (coord.), 2010. *Guide d'identification des plantes exotiques envahissant les milieux aquatiques et les berges du bassin Loire-Bretagne*. Fédération des Conservatoires d'espaces naturels. 45 pp.

http://www.centrederessources-loirenature.com/home.php?num_niv_1=1&num_niv_2=4&num_niv_3=11&num_niv_4=58

J IORIO E., 2014. *Éléments de doctrine régionale pour la prise en compte des odonates dans le cadre des études réglementaires*. Rapport GRECIA pour la DREAL Basse-Normandie, l'Europe et l'Agence de l'eau Seine-Normandie. 22 pp.

http://www.gretia.org/dossiers_liens/nosact/pna_odonates/pna_odonates_bn%20-%20ressources.html

J JOIGNEAU-GUESNON C., LEFEVRE B., MOUGEY T. & ADAM S. (coord.), 2015. Industriels. Mieux se connaître, mieux collaborer. *Espaces naturels*, 51 : 2-37.

JULVE P., 1996. *932 références pour la gestion écologique des tourbières de France*. Les Cahiers Scientifiques et Techniques du réseau « Tourbières de France », n°3. Espaces Naturels de France, Orléans. 38 pp.

http://www.pole-tourbieres.org/IMG/pdf/References_pour_la_gestion_des_tourbieres.pdf

K KALKMAN V.J., BOUDOT J.P., BERNARD R., CONZE K.J., DE KNIJF G., DYATLOVA E., FERREIRA S., JOVIC M., OTT J., RISERVATO E. & SAHLEN G., 2010. *European Red List of Dragonflies*. Publications Office of the European Union, Luxembourg. 29 pp.

http://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/redlist/downloads/European_dragonflies.pdf

KIRBY P., 2013. *Habitat Management for Invertebrates. A practical handbook*. Pelagic Publishing. 150 pp.

L LAFFITTE V., MOUGEY T., LEMAIRE L., ROBILLIARD J. & LEVISSE P., 2009. *Guide technique de la mare*. Parc naturel régional des Caps et Marais d'Opale. 39 pp.
<http://www.parc-opale.fr/bibliotheque/GTmares.pdf>

LAMBERET R. (coord.), 2011. *Mettre en œuvre la gestion d'un espace naturel*. Les cahiers techniques. Conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels, Vourles. 40 pp.
<http://www.cen-rhonealpes.fr/ctenergieanimale-2/>

LANGON M. & FRAPPE M. (coord.), 2008. *Les rivières vives à sables et galets*. Les cahiers techniques. Conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels, Vourles. 20 pp.
<http://www.cen-rhonealpes.fr/ctrivieresvives/>

LE BIHAN J. & BIRARD C., 2004. *Recueil d'expériences en matière de gestion des roselières*. Collection Expérimenter pour agir, n°13. Pôle-relais Zones humides intérieures, Fédération des Parcs naturels régionaux de France. 134 pp.
<http://www.pole-zhi.org/recueil-dexperiences-en-matie%CC%80re-de-gestion-des-roselieres>

LECOMTE J., 1999. *Réflexion sur la naturalité*. Courrier de l'environnement de l'INRA, n°37.
<http://www7.inra.fr/dpenv/lecomc37.htm>

LEDoux B. & LARROUY-CASTERA X., 2010. *Eau et foncier. Guide juridique et pratique pour les interventions publiques sur terrains privés*. DREAL Languedoc-Roussillon. 203 pp.
<http://www.languedoc-roussillon.developpement-durable.gouv.fr/pour-une-gestion-equilibree-de-l-a1320.html>

LOPEZ-PINOT D. (coord.), 2010. *Les tourbières alcalines à Liparis de Loesel*. Les cahiers techniques. Conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels, Vourles. 20 pp.
<http://www.cen-rhonealpes.fr/cttourbieresalcalines/>

LOUVEL J., GAUDILLAT V. & PONCET L., 2013. *EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce*. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris. 289 pp.
<http://inpn.mnhn.fr/programme/referentiel-habitats/referentiels-habitats-ou-vegetations#EUNIS>

M MAGNON G., 2013. Stockage d'eau dans les tourbières. *L'Azuré*, 16 : 7.
<http://cen-franchecomte.org/page.php?rub=0&ssr=50.&p=107>

MAILLIER S. & FRANCOIS R., 2008. Dévitaliser des souches de saules en marais tourbeux alcalin. *Espaces naturels*, 2 : 32-33.
<http://www.espaces-naturels.info/node/527>

MALAVOI J.-R. & SOUCHON Y. (coord.), 2010. *Construire le retour d'expérience des opérations de restauration hydromorphologiques. Éléments pour une harmonisation des concepts et des méthodes de suivi scientifique minimal. Volets hydromorphologie – hydroécologie*. Version 1 au 29/05/2010. Onema/Cemagref. 95 pp.
http://www.onema.fr/IMG/pdf/Restauration_SUIVI-MINIMAL-2.pdf

MANDON-DALGER I., 2010. *Éléments de réflexion et d'argumentation pour la mise en place d'une stratégie régionale de lutte contre les Espèces Végétales Exotiques Envahissantes en région méditerranéenne française continentale*. CBNMED. 95 pp.

http://www.languedoc-roussillon.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/strategie_regionale_LR_flore_exotique_envahissante_cle713912.pdf

MARANDON J.L., 2014. *Tir expérimental de Tortues de Floride (Trachemys scripta) dans le département de l'Allier*. Rapport ONCFS. 10 pp.

<http://www.gt-ibma.eu/activites-du-gt-ibma/lettre-dinformation/comite-faune-invasive-de-la-region-auvergne/>

MATRAT R., HAURY J., ANRAS L., LAMBERT E., LACROIX P., GUEDON G., DUTARTRE A., PIPET N., BOTTNER B. *et al.*, 2012 (2004, 1^{ère} édition). *Gestion des plantes exotiques envahissantes en cours d'eau et zones humides*. Comité des Pays de la Loire pour la gestion des plantes exotiques envahissantes. Agence de l'eau Loire Bretagne, Forum des Marais Atlantiques, DREAL des Pays de la Loire, Conservatoire régional des rives de la Loire et de ses affluents.

<http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/gestion-des-plantes-exotiques-a811.html>

MEEDDM, 2009. *Les zones humides : un enjeu national. Bilan de 15 ans de politiques publiques*. Direction de l'eau et de la biodiversité & Groupe national pour les zones humides. 92 pp.

<http://www.pole-zhi.org/les-zones-humides-un-enjeu-national-bilan-de-15-ans-de-politiques-publiques>

MEDDE, 2014. *3^{ème} plan national d'action en faveur des milieux humides (2014-2018)*. 29 pp.

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Le-plan-national-d-action-en,24657.html>

<http://www.zones-humides.eaufrance.fr/?q=node/1780>

MEEDDM, 2010. *Plan national d'action en faveur des zones humides (2010-2012)*. 28 pp.

<http://www.zones-humides.eaufrance.fr/agir/politiques-publiques-et-financements/plans-nationaux-zones-humides/plan-national-zones-hum>

MERCIER F., 2013. *Stratégie de lutte contre les espèces invasives menaçant la biodiversité en Basse-Normandie*. Cen Basse Normandie. 75 pp.

<http://www.gt-ibma.eu/wp-content/uploads/2014/04/Strat%C3%A9gie-de-lutte-contre-les-EI-mena%C3%A7ant-la-biodiversit%C3%A9-de-BN.pdf>

MERLET F., HOUARD X. & DUPONT P., 2012. *Synthèses bibliographiques sur les traits de vie d'espèces relatifs à leurs déplacements et à leurs besoins de continuités écologiques*. Office pour les insectes et leur environnement & Service du patrimoine naturel du Muséum national d'Histoire naturelle.

<http://www.trameverteetbleue.fr/documentation/cote-recherche/syntheses-bibliographiques-especes?species=&&page=3>

MICHELOT J.-L., 1995. *Gestion patrimoniale des milieux fluviaux*. ATEN. 67 pp.

<http://ct36.espaces-naturels.fr>

MICHELOT J.-L. (coord.), 2006. *Gestion des zones humides*. Cahier thématique. Programme National de Recherche sur les zones Humides, Biotope. 63 pp.

<http://isidoredd.documentation.developpement-durable.gouv.fr/document.xsp?id=Temis-0080275>

MILLARD R., FOREST C., BRETONNEAU N., GODREAU V. & SAVIER H.-P., 2012. *Les mares forestières de Bourgogne. Valorisation et retours d'expériences*. Réseaux des mares de Bourgogne. Conservatoire d'espaces naturels de Bourgogne, Office national des Forêts, Centre Régional de la Propriété Forestière de Bourgogne. 24 pp.

http://www.foret-de-bourgogne.org/files/documentation/CSNB_GuideMares_Partie_1.pdf

MINISTERE DE LA SANTE ET DES SPORTS & ECOLE DES HAUTES ETUDES EN SANTE PUBLIQUE, 2008. *Guide technique : protection des captages d'eau - Acteurs et stratégies*. 83 pp.

<http://www.eaufrance.fr/3/ressources/documents/guide-technique-protection-des>

MIQUET A. & FAVRE E. (coord.), 2007. *Les roselières des fleuves et des lacs*. Les cahiers techniques. Conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels, Vourles. 20 pp.

<http://www.cen-rhonealpes.fr/ctroselieres/>

MISSIONS INTER SERVICES DE L'EAU DE LORRAINE, 2009. *Guide de l'eau. Réglementation*. DIREN Lorraine.

<http://www.lorraine.developpement-durable.gouv.fr/le-guide-de-l-eau-maj-juillet-2009-a2877.html>

O OERTLI B. & FROSSARD P.-A. (coord.), 2013. *Mares et étangs. Écologie, gestion, aménagement et valorisation*. Presses polytechniques et universitaires romandes, collection Science et ingénierie de l'environnement. 480 pp.

OFFICE POUR LES INSECTES ET LEUR ENVIRONNEMENT / SOCIETE FRANÇAISE D'ODONATOLOGIE, 2012. *Agir pour les Odonates. L'essentiel du Plan national d'actions 2011-2015*. DREAL Nord-Pas-de-Calais, MEDDE, 20 pp.

<http://odonates.pnaopie.fr/ressources/plaquette/>

P PERRINEAU L. & BLANCHET F. (coord.), 2010. *Manuel d'aide à l'identification des « zones humides prioritaires », des ZHIÉP et des ZSGE*. Forum des Marais Atlantiques. 71 pp.

<http://www.zones-humides.eaufrance.fr/?q=node/899>

PNR DES MARAIS DU COTENTIN ET DU BESSIN, 2003. *L'entretien des fossés*. Fiche technique n°1. 2 pp.

<http://www.parc-cotentin-bessin.fr/files/ged/10-fiche-fosse.pdf>

PONT B. (coord.), 2007. *Les forêts alluviales des grands cours d'eau*. Les cahiers techniques. Conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels, Vourles. 24 pp.

<http://www.cen-rhonealpes.fr/ctforetsalluviales/>

PROMPT E. & GUILLERME N. (coord.), 2011. *Les étangs piscicoles, un équilibre dynamique*. Les cahiers techniques. Conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels, Vourles. 28 pp.

<http://www.cen-rhonealpes.fr/ctetangs-2/>

R RICHIER S. & BROYER J., 2014. *Connaissances des facteurs influençant la biodiversité des étangs piscicoles : quelques principes de gestion issus des travaux de l'ONCFS*. ONCFS, pôle « étangs continentaux ». 60 pp.

<http://www.oncfs.gouv.fr/Decouvrir-les-habitats-ru41/Les-etangs-ar1773>

S SARAT E., MAZAUBERT E., DUTARTRE A., POULET N. & SOUBEYRAN Y., 2015. *Les espèces exotiques envahissantes dans les milieux aquatiques. Connaissances pratiques et expériences de gestion*. Groupe de travail « Invasions biologiques en milieux aquatiques ». 492 pp.

<http://www.gt-ibma.eu/activites-du-gt-ibma/guide-connaissances-pratiques-experiences-gestion/>

SIESA M. E., 2010. *Freshwater communities and biological invasions: Odonata, Amphibia and Procambarus clarkii*. Thèse de Doctorat d'Université, Université de Milan (Corso di Dottorato di Ricerca in Scienze Naturalistiche e Ambientali, XXIII ciclo, Dipartimento di Biologia). 144 pp.

https://air.unimi.it/retrieve/handle/2434/154018/137095/PhD_unimi_R07726.pdf

SINNASAMY J.-M. & MAUCHAMP A., 2001. *Roselières : gestion fonctionnelle et patrimoniale*. ATEN. 96 pp.

TASSARD A. (coord.), 2014. *Les voies navigables et la continuité latérale. Recueil d'expériences sur l'hydromorphologie*. Onema, ministère en charge du développement durable, Agences de l'eau, Oieau, CNR, VNF, Cerema. 13 fiches.

<http://www.onema.fr/Recueil-d-experiences-Voies-navigables-et-continuite-laterale>

THOMPSON D. J., THOMPSON A. L., KERRY L. & GOTHAM P., 2015. Reintroduction and establishment of *Coenagrion mercuriale* (Charpentier) (the Southern Damselfly) on Venn Ottery Common, Devon. *Journal of the British Dragonfly Society*, 31. (In Press)

TOUROULT J., HOUARD X., DABRY J., NICOLAS B. & THOMPSON J., 2015. Insectes. Les prendre en compte pour mieux gérer les écosystèmes. *Espaces naturels*, 49 : 22-37.

TROTIGNON J., 2001. *Des étangs pour la vie : améliorer la gestion des étangs*. ATEN. 70 pp.

UICN FRANCE, MNHN, OPIE & SFO, 2016. La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Libellules de France métropolitaine. 12 pp.

<http://uicn-france.fr/publication-de-liste-rouge-libellules-de-france-metropolitaine/>

VAN TOL J., 1992. Optimisation of wetland management for the conservation of Dragonflies (Odonata). In : Council of Europe, 1992. *Conserving and managing wetlands for invertebrates. Protection et gestion des zones humides pour les invertébrés*. Vaduz, Lichtenstein, 27-29 June/juin 1991. Environmental Encounters, n°14. pp : 62-67.

VAN TOL J. & VERDONK M. J., 1988. *Protection des libellules (Odonates) et de leurs biotopes*. Nature and Environment Series, n°38. Conseil de l'Europe, Strasbourg. 190 pp.

WENDLER A. & NÜSS J.-H., 1997. Libellules. *Guide d'identification des libellules de France, d'Europe septentrionale et centrale*. Société française d'Odonatologie. 130 pp.

WILDERMUTH H. & KÜRY D., 2009. *Protéger et favoriser les libellules. Guide pratique de protection de la nature*. Contributions à la protection de la nature en Suisse, n°32. Groupe de travail pour la conservation des libellules de Suisse (GTCLS). Pro Natura, Bâle. 88 pp.

WILLIAMSON T., 1999. La microgestion odonatologique. In : ROBERT J.-C., GUILBOT R., DOMMANGET J.-L. & MAURIN H., 1999. *Inventaire et cartographie des invertébrés comme contribution à la gestion des milieux naturels français*. Actes du séminaire tenu à Besançon les 8, 9 et 10 juillet 1999. MNHN/Opie. pp : 309-310.



Les Odonates se développent sur les zones humides : la qualité de ces habitats conditionne leur développement et le maintien des populations sur un site. Avec l'augmentation des atteintes aux zones humides et les menaces avérées pour les libellules, le présent document vise à améliorer la prise en compte des Odonates dans la gestion des milieux naturels et semi-naturels, mais également de favoriser le dialogue et la collaboration entre odonatologues et gestionnaires.

Pour les Odonates, l'efficacité de l'action de gestion est conditionnée par la réussite des opérations entreprises en faveur de leur habitat. Pour cette raison, les libellules peuvent être considérées comme un groupe « parapluie » et peuvent servir de levier d'action pour déployer une gestion intégrée, adaptée à une large part de la biodiversité des zones humides. Ce guide propose ainsi une approche ciblée sur les habitats, organisée autour d'exemples concrets de gestion tenant compte des paramètres favorables aux Odonates.

L'ouvrage s'adresse autant aux odonatologues qui souhaiteraient envisager la gestion d'un site qu'aux gestionnaires qui cherchent à intégrer les Odonates dans la gestion de leurs territoires. Pour l'odonatologue, ce guide a pour objectif de synthétiser différentes méthodologies de gestion pouvant être mises en place sur les milieux de vie des Odonates. Pour le gestionnaire, le but de l'ouvrage consiste à intégrer au mieux des actions spécifiques en faveur des Odonates dans une gestion globale des milieux humides. Ainsi, deux points de vue se rencontrent et se complètent avec la même finalité : la préservation de la diversité odonatologique des zones humides.