2007



Guide de gestion

Tourbières & marais alcalins des vallées alluviales de France septentrionale











Les Conservatoires d'Espaces Naturels

La Fédération des conservatoires d'espaces naturels rassemble 30 membres à travers toute la France métropolitaine, qui gèrent un réseau de 1900 sites sur 81 000 ha. La fédération assure l'animation du réseau et coordonne des programmes d'action internationaux, nationaux ou territoriaux.

Parmi ceux-ci, le Pôle-relais tourbières a été créé en 2002 dans le cadre du Plan national d'action pour les zones humides et après le succès d'un programme 'LIFE' consacré aux tourbières de France. Ce pôle-relais, comme les 4 autres pôles-relais zones humides, a pour vocation de rassembler et diffuser l'information relative aux milieux qui le concernent, à favoriser les bonnes pratiques de gestion et à contribuer à la mise en cohérence des politiques publiques en faveur des zones humides.

Pôle-relais tourbières

Pôle-relais tourbières
32 Grande Rue
25 000 Besançon
Tel. 03 81 81 78 64 / Fax. 03 81 81 57 32
contact@pole-tourbieres.org
http://www.pole-tourbieres.org

Fédération des Conservatoires Régionaux d'Espaces Naturels

6 rue Jeanne d'Arc
45 000 Orléans
Tel. 02 38 24 55 00 / Fax. 02 38 24 55 01
enf@enf-conservatoires.org
http://www.enf-conservatoires.org

Cet ouvrage a été réalisé avec la participation du Pôle-relais zones humides intérieures Fédération des Parcs naturels régionaux de France

9 rue Christiani
75018 Paris
Tel. 01 44 90 86 20
http://parcs-naturels-regionaux.tm.fr/zones_humide

Le site des Pôles-relais en faveur des zones humides
(Tourbières, Zones humides intérieures, Marais littoraux de l'Atlantique,
de la Manche et de la Mer du Nord, Mares et mouillières et Lagunes méditerranéennes) :
http://www.zones-humides.org

CRASSOUS C., KARAS F., 2007 / Guide de gestion des tourbières et marais alcalins des vallées alluviales de France septentrionale.
Fédération des Conservatoires d'Espaces Naturels, Pôle-relais tourbières, 203 p. / Ce document est téléchargeable gratuitement sur **www.pole-tourbieres.org**
Photographies de première de couverture : BRIMONT F., CHAPUIS V., COTTIN N., CRASSOUS C., DETCHEVERRY P., LEMOINE G.
ISBN : 978-2-9513098-5-2 / Date de dépôt légal : juillet 2007

GUIDE DE GESTION DES TOURBIERES ET MARAIS ALCALINS DES VALLEES ALLUVIALES DE FRANCE SEPTENTRIONALE

Fédération des Conservatoires d'espaces naturels
CRASSOUS Claire et **KARAS Floriane** - **2007**

Directeur de publication : **Pascal Vautier**

Groupe de travail sous la coordination de **Francis MULLER** (Pôle-relais tourbières)
et de **Julie LE BIHAN** (Pôle-relais zones humides intérieures)

Le contenu de ce guide technique a été discuté lors de trois rencontres à Amiens (DIREN de Picardie, juin 2005), au Marais Vernier (PNR des Boucles de la Seine Normande, septembre 2005) et au Marais de Saint Gond (Conservatoire du Patrimoine naturel de Champagne Ardenne, juin 2006). Le travail de rédaction a été réalisé avec l'aide de nombreuses personnes. Les textes ont ensuite été largement relus. Participants aux rencontres, rédacteurs et relecteurs ont contribué de près ou de loin à la réalisation de cet ouvrage.

AMELINE Michel (CSN Haute-Normandie), AUMAîTRE Damien (Conservatoire des Sites Lorrains), BALLEUX Catherine (PNR du Vexin français), BARBIER Cécile (CBN du Bassin Parisien, délégation de Champagne Ardenne), BARBIER Luc (PNR des Caps et Marais d'Opale), BARNAUD Geneviève (Muséum national d'histoire naturelle de Paris), BEGUIN Daniel (CR Lorraine), BERTRAN Julien (Agence de l'eau Seine-Normandie), BILLET Elisabeth (PNR Scarpe-Escaut), BLAIS Stéphanie (Pôle-relais tourbières), BOREL Nicolas (CBN de Bailleul), BOZZO Véronique (PNR Oise-Pays de France), BREDECHE Mathieu (CSN Nord-Pas de Calais), BRIMONT Fabien (Espaces Naturels Régionaux Nord-Pas de Calais), BROUILLARD Yohann (CPN de Champagne-Ardenne), BUCHET Julien (CBN de Bailleul), BUTTLER Alexandre (Ecole polytechnique de Lausanne), CANIVÉ Jérôme (Association pour le Développement des Recherches et de l'Enseignement sur l'Environnement ADREE), CHAPUIS Fabienne (Pôle-relais tourbières), CHAPUIS Vincent (CSN de Picardie), CHEDRU Laëtitia (CSN de Picardie), CHEVILLARD Estelle (Agence de l'Eau Artois-Picardie), CIZEL Olivier, CUCHERAT Xavier, DARINOT Fabrice (RN de Lavours), DAS GRAÇAS Emmanuel (CSN de Picardie), DE BEAULIEU Jacques Louis (CNRS Marseille), DE FERAUDY Edwige (DIREN Picardie), DEHONDT François (Conservatoire botanique de Franche-Comté), DELACHAMBRE Berthe (Association Syndicale des Marais Septentrionaux du Laonnois), DELTORT Céline (CFEN Basse Normandie), DESREUMAUX Hugues (PNR des Caps et Marais d'Opale), DETCHEVERRY Pierre (CPN de Champagne-Ardenne), DEUTSCH Eloïse (PNR des Caps et Marais d'Opale), DUFOUR Yann (CSN de Picardie), FERMENT Anne (CPN de Champagne-Ardenne), FILLOL Nicolas (PNR des marais du Cotentin et du Bessin), FOURNIER Sybille (DIREN Ile-de-France), FRANCEZ André Jean (Université de Rennes), FRANÇOIS Rémi (CSN de Picardie), FROC Sylvain (CPN de Champagne-Ardenne), FY Frédéric (CBN du Bassin Parisien, délégation de Champagne Ardenne), GADOUM S. (PNR du Vexin français), GILBERT Daniel (Université de Franche-Comté), GIRARD Sébastien (Conseil Général du Val-d'Oise), GODIN José (Groupe Ornithologique et Naturaliste du Nord et du Pas-de-Calais), GOETGHEBEUR Philippe (Agence de l'Eau Rhin-Meuse), GREGOIRE Fabrice (Association pour le Développement des Recherches et de l'Enseignement sur l'Environnement ADREE, CNRS, ENS-LSH Lyon), GRESSETTE Serge (CPN de la Région Centre), GUENIN Estelle (CFEN Basse Normandie), HAUGUEL Jean-Christophe (CBN de Bailleul), HENRIOT Jérôme (DIREN Champagne-Ardenne), HERGOTT François (CPN de la Région Centre), HOUARD Xavier (CSN de Haute-Normandie), JACQUET Arnaud (Association pour le Maintien et la Sauvegarde des Activités Traditionnelles des Marais de la Souche AMSAT), JAMINON Jérôme (ONF, Villers-Cotterets), JARZAT Marie Laure (Agence de l'eau Seine Normandie), JORANT Julie-Anne (CSN Nord-Pas de Calais), JULVE Philippe (Conseiller scientifique du Pôle-relais tourbières), JUPILLE Olivier (CBN du Bassin Parisien), LAPLACE-DOLONDE Arlette (Université de Lyon), LEBRUN Jérémy (CSN de Picardie), LECOMTE Thierry (PNR des boucles de la Seine normande), LECUYER Sébastien (Ass. La Roselière, RN de Vesles et Caumont), LEFEVRE Julien (CPIE des Pays de l'Oise), LEMOINE Guillaume (Conseil Général du Nord), LEMOINE Marie (Agence de l'Eau Rhin-Meuse), LEPAGE Benjamin (CPNCA, Université d'Orléans), LEROUX Patrick (Directeur de l'Agence Régionale de l'Environnement), MAILLIER Sébastien (CSN de Picardie), MANNEVILLE Olivier (Université de Grenoble, président du Conseil Scientifique du Pôle-relais tourbières), MARTINEZ Esther (DIREN Haute-Normandie), MELENEC Gwénaëlle (CSN de Picardie), MILLOT Mathieu (CS Lorrains), MOUNIER Bruno (Fédération des Conservatoires d'Espaces Naturels), PAINDAVOINE Aurélie (NaturEssonne), PARENT Eric (Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse), PERRIER-GRITTI Viviane (PNR Scarpe-Escaut), PETIT Sophie (CPNCA Ardennes), PICHARD Olivier (DIREN Picardie), PIVARD Sandrine (DIREN Franche-Comté), RABOIN Sylvie (Pôle-relais tourbières), RAMON Julien (CSN de Picardie), RIBEYRE Anne (CPN de Champagne-Ardenne), RICHARD Pascale (CS Lorrains), RIGAUX Thierry (CR Picardie), RIGOLOT Eric (INRA Avignon), RIVIERE Gaétan (CSN de Picardie), ROLLET J.-M. (CR Champagne-Ardenne), ROUX Françoise (PNR Vexin Français), SANTUNE Vincent (CSN du Nord et de Pas-de-Calais), STEBACH Christophe (Conseil général Oise, mission du développement des territoires), STEINERChristèle (PNR Boucles de la Seine Normande), TESSEYRE Dominique (Agence de l'Eau Adour-Garonne), TISSERAND Aurélie (DIREN Ile-de-France), VANAPPELGHEM Cédric (CSN Nord-Pas de Calais), VANDEN EEDE Aurélie (Fédération des Conservatoires d'Espaces Naturels), VERGNE Virginie (USTL Géographie Villeneuve d'Ascq), VERGNOL Marylène (Conseil Général Seine-et-Marne), VIENNE Laurent (Agence de l'Eau Loire-Bretagne), WETTON Jean-Baptiste (PNR Cotentin-Bessin).

Illustrations : **auteurs mentionnés à côté de chaque illustration**.

Conception, Mise en page : **JC AUGE**

Soyez tous sincèrement remerciés pour votre collaboration à la réalisation de cet ouvrage. Vos connaissances et compétences diverses et votre disponibilité pour répondre à nos très nombreuses sollicitations ont permis de faire aboutir ce projet.

Résumé

Ce guide technique est un outil pratique d'aide à la gestion articulé en trois parties.
La partie introductive présente les tourbières et marais alcalins du tiers nord de la France (massifs hercyniens exclus) et leurs enjeux de conservation.
Des fiches thématiques sont ensuite proposées (en présentant les objectifs de gestion, les avantages et inconvénients des différentes techniques…) : réhabilitation de sites dégradés, effets de l'érosion et désenvasement, limitation mécanique des ligneux, pâturage extensif, fauche et broyage des herbacées, gestion par le feu, étrépage et décapage, gestion des espèces invasives et information et sensibilisation.
Les expériences de gestion sont ensuite détaillées sur dix-sept sites. Elles permettent d'aborder différentes problématiques, impliquant différents gestionnaires répartis sur l'ensemble de la zone d'étude.

Abstract

"A manual for the management of fens and marshes in the floodplains of Northern France"

This technical guide aims to be a practical tool for efficient management. It comprises three parts.

The introduction presents the fens and marshes of the Northern third of France (not including the Hercynian areas) and the issues for their conservation.

A second part proposes technical files (detailing management objectives, and advantages and disadvantages of the different techniques) : rehabilitation of degraded sites, managing the effects of erosion and silting, mechanical scrub and tree control, extensive grazing, mowing and chopping of grasses, burning, removal of top peat layers, management of invasive species, and public awareness and information. Finally, management experience on seventeen sites is detailed, enabling focus on different issues involving different types of site managers over the whole area considered.



Préface

Depuis quelques années, on ne cesse de redécouvrir le rôle prépondérant que jouent les milieux humides et les tourbières dans le fonctionnement hydraulique de nos bassins versants.
Dans les années à venir, la recherche d'une ressource en eau suffisante et de qualité continuera à mettre sous les projecteurs ces milieux particuliers. L'importance de leur rôle fonctionnel n'est plus à démontrer aux initiés, mais cette idée doit maintenant s'ancrer chez les décideurs et leurs services techniques.
Dès 1998, dans le cadre du programme européen LIFE «Tourbières de France», précurseur en la matière, la Fédération des conservatoires d'espaces naturels publie « La gestion conservatoire des tourbières de France », synthèse des premiers éléments sur la gestion des milieux tourbeux, essentiellement centrée sur les tourbières acides et montagnardes.

Aujourd'hui, l'approche territoriale des problématiques environnementales incite le Pôle-relais tourbières à décliner son approche technique et scientifique par grands bassins ou massifs. Cette démarche ne peut être pertinente et porteuse de résultats concrets « sur le terrain » qu'en associant, dès la conception des ouvrages, les acteurs techniques et politiques locaux.

Ainsi donc, en s'appuyant sur les dynamiques de territoires et d'acteurs qu'il a lui-même suscitées, le Pôle-relais tourbières est aujourd'hui à même de vous présenter dans cet ouvrage original l'essentiel de la problématique des tourbières alcalines des vallées de la France septentrionale, à replacer dans la dynamique hydraulique de bassins de vie particulièrement exigeant et consommateurs de ressource en eau.

Il nous faut remercier particulièrement pour leur précieuse collaboration le Pôle-relais zones humides intérieures de la Fédération des parcs naturels régionaux, les Conservatoires d'espaces naturels, les gestionnaires de réserves naturelles, les Conservatoires botaniques nationaux concernés, les techniciens de collectivités territoriales et l'Office national des forêts. Plusieurs universitaires ont également participé à ce travail.

Cet ouvrage a été réalisé grâce au soutien de nombreux partenaires au premier rang desquels les Agences de l'eau Seine-Normandie, Rhin-Meuse et Artois-Picardie, le Conseil régional de Lorraine et le Conseil régional de Picardie. Il a également reçu le soutien de l'Etat à travers la forte implication de la DIREN Franche-Comté dans le pilotage du Pôle-relais tourbières et les contributions financières des DIREN d'Ile-de-France et de Picardie.

Cette démarche, la première en France à l'échelle d'un bassin versant, est caractéristique du mode d'action choisi par le Pôle-relais tourbières, s'appuyant sur ses relais territoriaux pour assembler connaissances, compétences et savoir-faire. Cette initiative se trouve à l'amont de l'indispensable travail de sensibilisation de terrain que cet ouvrage ne manquera pas de susciter avec l'appui du pôle.
Souhaitons qu'elle soit la première d'une longue lignée.

Pascal Vautier
Président de la Fédération des conservatoires d'espaces naturels



Sommaire

> P 11 INTRODUCTION ET GÉNÉRALITÉS

Présentation sommaire de la zone d'étude

Quelques définitions

Génese, fonctionnement hydrogéologique
et dynamique des tourbières et marais alcalins des vallées alluviales

Valeurs patrimoniales et fonctionnelles
des tourbières et marais alcalins des vallées alluviales

Atteintes et menaces des tourbières
et marais alcalins des vallées alluviales

Principales problèmatiques de gestion
des tourbières et marais alcalins des vallées alluviales

> P 28 RÉHABILITATION DE SITES DÉGRADÉS

Particularités de la réhabilitation des milieux tourbeux alcalins

Diagnostic

Gestion hydrologique
- Gestion de la qualité de l'eau
- Gestion des flux d'eau
- Autres techniques plus spécifiques

> P 40 PHÉNOMÈNES DE L'ÉROSION ET DÉSENVASEMENT

Définition de l'érosion

Une érosion liée à l'évolution des pratiques agricoles
et des paysages

Conséquence de l'érosion : la dégradation des milieux naturels

Dynamique d'envasement des étangs

Opérations de lutte contre l'envasement

Objectifs des opérations de désenvasement et limites

Techniques de curage des fossés

Devenir des sédiments extraits

Coût des opérations de désenvasement

Aspects réglementaires liés aux opérations de curage

Suivi et évaluation des résultats des opérations de curage

Bibliographie

> P 50 LIMITATION MÉCANIQUE DES LIGNEUX

Objectifs de limitation des ligneux

Impact du développement des ligneux sur les milieux tourbeux

Mise en œuvre des travaux

Choix de la période d'intervention

Définition des zones concernées par les travaux

Matériel et techniques : avantages et inconvénients

Limitation des dégradations du sol

Matériel existant pour l'arrachage mécanique

Coupe, débroussaillage et gestion des rejets de souche

Broyage

Cerclage (ou écorçage)

Ennoiement

Utilisation de produits chimiques

Devenir des rémanents

Abandon sur le site

Brûlage

Utilisation directe sur le site ou autre valorisation
des produits de coupe

Broyage

Débardage

Aspects réglementaires

Coûts

Bibliographie

> P 60 PÂTURAGE EXTENSIF

Objectifs

Impacts du pâturage sur la végétation

Limitation du développement des ligneux

Impact sur la faune

Impact sur le sol

Intérêts et limites du pâturage

Aspects techniques

Suivi zootechnique du troupeau, moyens de lutte et prévention

Équipements et matériel connexes :
à prévoir impérativement en amont

Problèmes régulièrement rencontrés et solutions éventuelles

Aspects réglementaires, conventions

Coûts

Suivi

Bibliographie



> P 77 FAUCHE ET BROYAGE DES HERBACÉES

Effets de la fauche sur le milieu : intérêts et limites
Aspects techniques
- Fauche de restauration et fauche d'entretien : deux phases complémentaires
- Période et fréquence de fauche
- Principes et précautions pour la fauche
- Gestion des roselières
- Broyage
- Devenir des matériaux

Matériel utilisable
Coûts
Aspects réglementaires
Exemples du bassin parisien
Suivi
Bibliographie

> P 85 GESTION PAR LE FEU

Historique de l'utilisation du feu dans les espaces naturels
Objectifs préventifs et curatifs
Impact du feu sur les milieux naturels
Aspects techniques
Aspects réglementaires
Coûts
Exemples du bassin parisien
Suivi
Bibliographie

> P 93 ETRÉPAGE ET DÉCAPAGE

Définition du décapage et de l'étrépage
Objectifs du décapage et de l'étrépage
Limites du décapage et de l'étrépage : des travaux onéreux pour de nombreux échecs
Techniques du décapage et de l'étrépage
Coût du décapage et de l'étrépage
Aspects réglementaires liés au décapage et à l'étrépage
Bilan d'expériences locales de tourbières alcalines du bassin parisien
Bibliographie

> P 99 GESTION DES ESPÈCES INVASIVES

Quand faut-il agir ?
Impact du développement d'espèces invasives sur les tourbières et marais alcalins
Faut-il intervenir systématiquement ?
Que faire ?
Prévention et détection
Eradication et contrôle des populations végétales
Facteurs de limitation « naturels » et lutte biologique des populations végétales Éradication et contrôle des populations animales
Coûts
Aspects réglementaires
Exemples du Bassin parisien
Suivi
Bibliographie

> P 109 INFORMATION ET SENSIBILISATION

Concept et principe
Pour quoi et pour qui veut-on interpréter un site ?
Médias
Plan d'interprétation
Accessibilité pour tous
Impact et suivi de la fréquentation
Responsabilités
Accueil du public au sein de marais et tourbières
Bibliographie






> p 114 MARAIS AUDOMAROIS

(Nord et Pas de Calais, Nord-Pas de Calais)
rédacteur : L. Barbier
Gestion des ligneux
Gestion hydraulique

> p 118 BASSE-VALLÉE DE L'AUTHIE

(Pas-de-Calais et Somme, Nord-Pas-de-Calais et Picardie)
rédacteurs : R. François, C. Vanappelghem
Protection de l'ache rampante (*Apium repens*)
Pâturage extensif
Gestion des ligneux
Création de gouilles

> p 122 MARAIS DE CESSIÈRES-MONTBAVIN

(Aisne, Picardie)
rédacteurs : J. Canivé, F. Grégoire
Gestion expérimentale et concertée
Recherche scientifique

> p 126 PRAIRIES DES CHENEVIÈRES À DÉOLS

(Indre, Centre)
rédacteur : S. Gressette
Gestion des espèces invasives
Pâturage extensif

> p 130 MARAIS D'EPISY

(Seine-et-Marne, Ile-de-France)
rédacteur : M. Vergnol
Réhabilitation de milieux dégradés
Gestion hydraulique

> p 136 MARAIS DE FROCOURT

(Val-d'Oise, Ile-de-France)
rédacteurs : C. Balleux, F. Roux
Réhabilitation de milieux dégradés
Pâturage extensif

> p 140 MARAIS DE GERMONT-BUZANCY

(Ardennes, Champagne-Ardenne)
rédacteurs : S. Froc, S. Petit
Exploitation de tourbe
Réhabilitation de milieux dégradés
Pâturage extensif

> p 144 MARAIS DE LÉNING

(Moselle, Lorraine)
rédacteur : P. Richard
Gestion hydraulique

> p 148 GRANDE TOURBIÈRE DE MARCHIENNES

(Nord, Nord – Pas de Calais)
rédacteur : G. Lemoine
Protection de la grenouille des champs (*Rana arvalis*)
Réhabilitation de milieux dégradés

> p 152 MARAIS DE PAGNY-SUR-MEUSE

(Meuse et Meurthe-et-Moselle, Lorraine)
rédacteur : P. Richard
Pâturage extensif

> p 157 MARAIS DU RABUAIS

(Val d'Oise et Oise, Ile-de-France et Picardie)
rédacteur : C. Balleux, F. Roux
Réhabilitation de milieux dégradés
Etrépage



> p 160 MARAIS DE SAINT-GOND

(Marne, Champagne-Ardenne)
rédacteur : P. Detcheverry
Gestion hydraulique
Pâturage extensif

> p 164 VALLÉE DE LA SOMME

(Somme et Aisne, Picardie)
rédacteurs : R. François (coord.), Y. Dufour, S. Maillier
Pâturage extensif
Création de mares
Gestion des ligneux
Gestion hydraulique
Gestion par le feu
Gestion des espèces invasives
Etrépage, décapage

> p 170 MARAIS DE LA SOUCHE

(Aisne, Picardie)
rédacteurs : J. Canivé, E. Das Graças, R. François, F. Grégoire, A. Jacquet, S. Lécuyer
Gestion des ligneux
Pâturage extensif
Etrépage
Gestion hydraulique

> p 176 MARAIS DE LA VANNE

(Aube, Champagne-Ardenne)
rédacteurs : A. Ferment, Y. Brouillard
Pâturage extensif
Gestion des ligneux

> p 180 MARAIS VERNIER

(Eure, Haute-Normandie)
rédacteur : T. Lecomte
Pâturage extensif
Désenvasement
Etrépage
Gestion hydraulique
Création de mares

> p 186 TOURBIÈRE DE VRED

(Nord, Nord-Pas de Calais)
rédacteur : V. Perrier-Gritti
Réhabilitation de milieux dégradés
Gestion des ligneux
Gestion hydraulique
Protection de la grenouille des champs (*Rana arvalis*)

> p 190 Conclusion
> p 192 Glossaire
> p 194 Bibliographie








C. Crassous

Tremblant à *Thelypteris palustris,* Blagny-Tronville [80]

Introduction

Le présent document constitue un support technique destiné aux opérateurs de terrain, aux concepteurs de plans de gestion et aux décideurs.

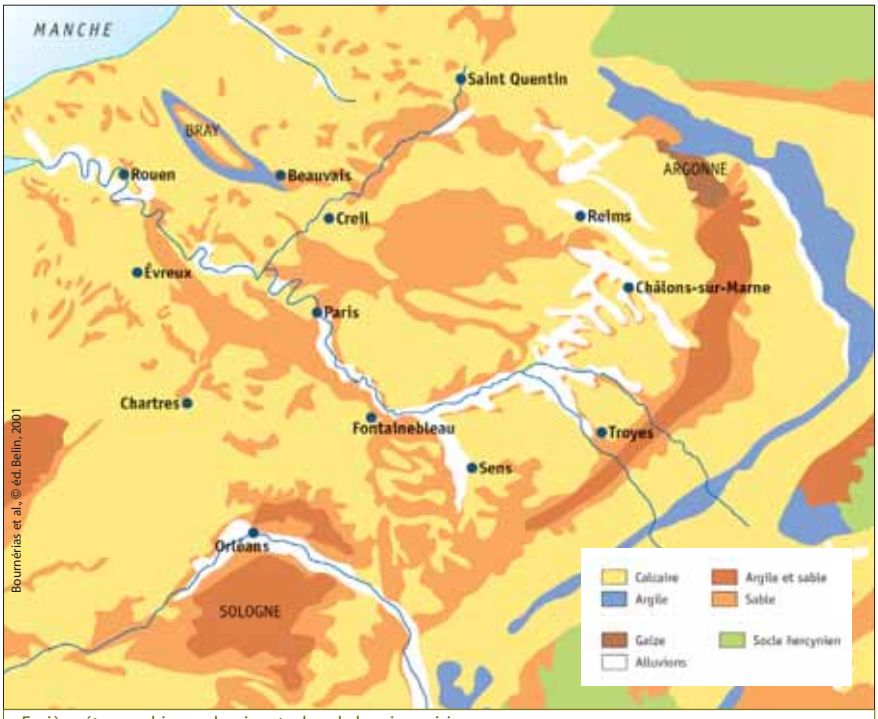
Sans donner de solutions toutes faites - car chaque cas est unique - il présente des conseils pour mettre en place différents types de travaux qui visent à protéger, valoriser ou réhabiliter des marais tourbeux. Avantages et inconvénients sont présentés pour chaque opération de gestion afin de restituer les positions, parfois contradictoires, de l'ensemble des personnes ayant contribué à la rédaction de ce guide.

A chacun donc de faire ses propres choix de gestion en fonction des caractéristiques du site à gérer, en tenant compte de l'origine des tourbières et marais et de leurs éventuelles causes d'évolution (naturelles ou anthropiques), etc.

Quel que soit le type d'intervention, la planification des travaux dans le temps et dans l'espace est un préalable indispensable ; ceci est particulièrement vrai pour la gestion hydraulique.

La préservation des marais et tourbières - et plus généralement des milieux humides et aquatiques - doit être envisagée à une échelle qui dépasse le site en lui-même. En effet, leur bonne conservation est très largement dépendante de la ressource en eau, tant en quantité qu'en qualité.

C'est pourquoi les stratégies de gestion doivent être construites à une échelle pertinente par rapport au fonctionnement hydrique de la zone humide, c'est à dire l'échelle du bassin versant.



Faciès pétrographiques dominants dans le bassin parisien

Ce guide est uniquement consacré aux problématiques de gestion des marais tourbeux alcalins ; il n'a pas pour objectif de présenter les milieux et les espèces qui y sont inféodées. Un premier ouvrage descriptif (géomorphologie, végétation, faune, etc.) et d'inventaire aurait sans doute été nécessaire avant de réaliser celui-ci.
Toutefois, il a semblé utile dans une première partie de présenter le contexte, à savoir les caractéristiques principales des milieux et leurs enjeux de conservation.

PRÉSENTATION SOMMAIRE DE LA ZONE D'ÉTUDE

(source : Bournérias et al., 2001)

Les limites du bassin parisien 'géologique' dépassent largement les limites administratives de la région Ile-de-France et concernent de larges parts des régions Bourgogne, Centre, Champagne-Ardenne, Lorraine, Nord-Pas-de-Calais, Normandie et Picardie. Géographiquement, il s'agit de la majeure partie du bassin de la Seine et des fleuves côtiers picards et normands, à l'exclusion du littoral et des marges du socle hercynien (massif Armoricain, Ardenne, Vosges, Morvan). Une partie des bassins du Rhin et de la Meuse en fait également partie (en Lorraine).

Les paysages du bassin parisien : présentation géomorphologique

Les bassins de la Manche (Angleterre) et de Paris sont séparés par la Manche, qui est issue d'une transgression marine récente (7000 ans) faisant suite à la fonte des inlandsis de la dernière glaciation (le bassin de Paris n'était pas sous les glaces lors du dernier maximum glaciaire, il y a 18 000 ans mais les paysages actuels et donc le contexte géomorphologique des zones humides sont tributaires des ambiances périglaciaires de cette époque).

Ces bassins ont enregistré les variations du niveau des mers pendant les temps géologiques (variations eustatiques) et les déformations de ce secteur de la plaque tectonique eurasiatique créant des dépressions où les sédiments se sont accumulés et des bombements où ils se sont érodés (par exemple, la boutonnière du pays de Bray ou celle du Boulonnais-Weald).

Les affleurements sédimentaires actuels et les paysages résultent de plusieurs grands épisodes ébauchés dès le Permien. Le plus ancien se rapporte à l'époque où la chaîne hercynienne (Vosges, Ardennes, massif Armoricain, Morvan pour les éléments qui en restent visibles aujourd'hui) est devenue une surface topographique mollement ondulée - une pénéplaine. Ceci représente en fait les fondements du bassin parisien sous les couches sédimentaires. Viennent ensuite une phase de subsidence et une période de hautes eaux (mers épicontinentales) pour l'essentiel de l'Europe occidentale à partir de laquelle se déposent les couches de sédiments. Au Cénozoïque, les collisions de plaques tectoniques en créant de nouveaux ensembles montagneux (Alpes, Pyrénées) affectent ces dépôts sédimentaires par la formation d'anticlinaux et de synclinaux et, à proximité des massifs anciens (Vosges, Ardennes, etc.), de réseaux de failles (celles-ci ont souvent une influence sur le tracé des cours d'eau actuels). Les vallées des fleuves côtiers (Canche, Authie, Somme, Bresle,…) soulignent ainsi le tracé de modestes synclinaux parallèles.

La couverture sédimentaire, d'âge mésocénozoïque, peu épaisse (3000 m maximum) recouvre donc le vieux socle hercynien de la moitié nord de la France. Les affleurements et les paysages actuels résultent de cette longue histoire.

L'empilement des couches alternativement meubles et cohérentes se relevant vers la périphérie et offrant des paysages de plateaux secs et de plaines humides, de buttes-témoins, de cuestas ou de boutonnières correspond à un résumé simplifié de la géographie du bassin parisien.

La lithologie est effectivement contrastée, alternant grès et calcaires, d'une part, et marnes, argiles ou sables d'autre part ; cette alternance de roches dures et plus tendres constitue des contrastes qui définissent les reliefs. Les couches sont dans l'ensemble inclinées vers le centre du bassin. Cette structure monoclinale engendre des lignes de cuestas sur toute la périphérie du bassin (à l'est par exemple : cuestas - ou côtes - de Champagne, d'Argonne, des Bars, de Meuse, de Moselle, de Lorraine, etc.). Au centre du bassin de Paris, délimité par la cuesta de l'Ile de France, les plateaux sont subhorizontaux, les buttes allongées, les vallées souvent larges à versants raides et concaves (altitude entre 90 et 300 m). L'encaissement du réseau hydrographique peut atteindre une centaine de mètres.

Climat

La région concernée par ce guide est soumise à un climat tempéré avec des variantes allant de l'océanique à l'ouest, au semi-continental à l'est. La moyenne annuelle des températures est supérieure à 10°C dans les grandes vallées du secteur franco-atlantique ; elle est inférieure à 9°C sur les reliefs au nord de la Seine (Pays de Caux, Picardie…). Le nombre de jours de

gelées est en rapport avec l'éloignement de la mer : moins de 40 sur le littoral de la Manche, il atteint 80 dans l'est de notre territoire. L'influence maritime se retrouve dans les écarts entre les températures moyennes des mois extrêmes : ces écarts augmentent rapidement vers l'est. La moyenne annuelle des précipitations présente d'importantes variations. Le centre du bassin parisien constitue un véritable îlot de sécheresse avec moins de 600 mm de pluie annuelle. L'importance des précipitations augmente fortement vers la périphérie de la dition.

QUELQUES DEFINITIONS

Une tourbière se caractérise, en premier lieu, par un sol saturé en permanence par une eau stagnante ou très peu mobile, privant de l'oxygène nécessaire à leur métabolisme les microorganismes (bactéries et champignons) responsables de la décomposition et du recyclage de la matière organique. Dans ces conditions asphy-xiantes (anaérobiose), la litière végétale ne se minéralise que très lentement et très partiellement. Elle s'accumule alors, progressivement, formant un dépôt de matière organique mal ou non décomposée : la tourbe.

La définition des tourbières est variable selon les disciplines. Les pédologues, les géologues et les botanistes les définissent différemment selon l'épaisseur de tourbe. Pour simplifier, dès que l'épaisseur de tourbe en surface est supérieure ou égale à 50 cm, la majorité des écoles est d'accord pour employer le terme "tourbière". Si l'épaisseur est moindre, on emploiera plus volontiers le qualificatif semi-tourbeux ou para-tourbeux. Ainsi, certaines prairies et marais tourbeux ne sont pas considérés comme des tourbières au sens strict, mais à partir du moment où y croissent des espèces turficoles, on peut les classer dans les tourbières au sens large. Ces milieux étant en outre imbriqués au sein de grands ensembles de zones humides où les secteurs de turfigénèse varient dans le temps, leur gestion est tout aussi importante.

Le terme de marais est quant à lui assez vague : il s'applique à une zone humide caractérisée par un sol recouvert, en permanence ou par intermittence, d'une couche d'eau stagnante, en général peu profonde, et couvert d'une végétation herbacée (dont la composition varie notamment en fonction des niveaux et des périodes en eau). Le marais n'est pas nécessairement tourbeux. L'eau présente dans un marais peut être douce, saumâtre ou salée. Dans ce document, nous nous intéresserons uniquement aux marais d'eau douce tourbeux.

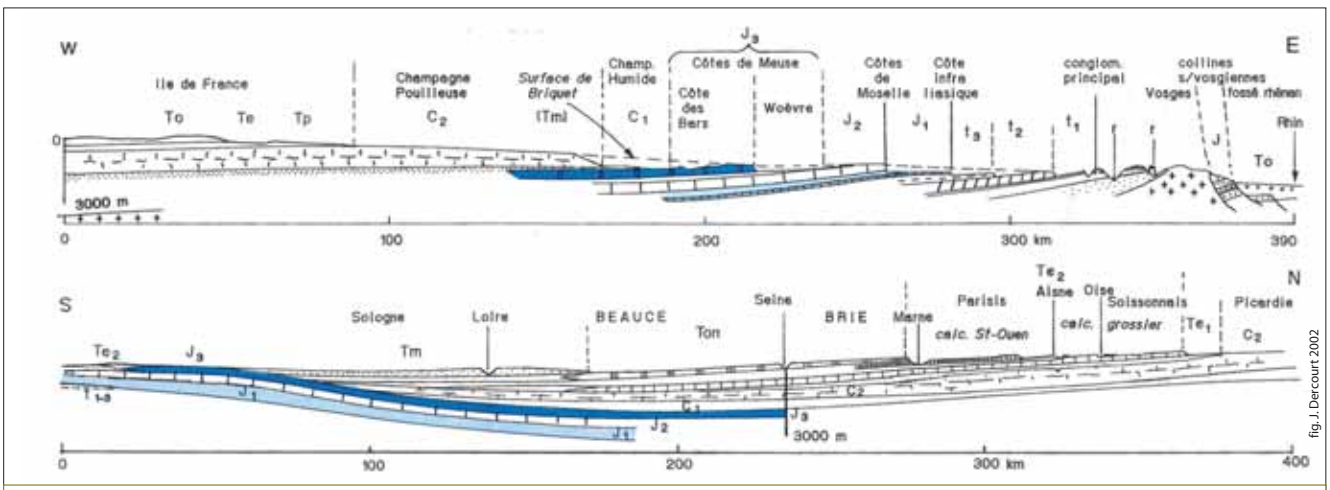
Dans le cas des tourbières et des marais alcalins, la production de matière organique est due à la végétation palustre, dont la croissance est particulièrement rapide. Les eaux sont alcalines, en général minéralisées et favorables à une végétation très productive, avec pour conséquence une biomasse importante qui n'est pas recyclée complètement. Le bilan de matière organique est alors excédentaire (production supérieure à la décomposition) et la tourbe peut se former et s'accumuler. L'eau libre est progressivement envahie par la végétation turfigène. La surface de la tourbière reste au niveau de l'eau (tourbière dite plate). Dans ce cas la végétation qui va édifier la tourbe est essentiellement constituée de roseaux, de massettes, de cypéracées (laîches, marisque, choin, scirpe…) et de joncs. Des mousses du genre *Hypnum* forment parfois un tapis muscinal plus ou moins continu. Les prairies humides sont peuplées d'herbes hautes hygrophiles et mésohygrophiles telles que la molinies, des ombellifères et des composées.

GÉNESE, FONCTIONNEMENT HYDROGEOLOGIQUE ET DYNAMIQUE DES TOURBIERES ET MARAIS ALCALINS DES VALLEES ALLUVIALES

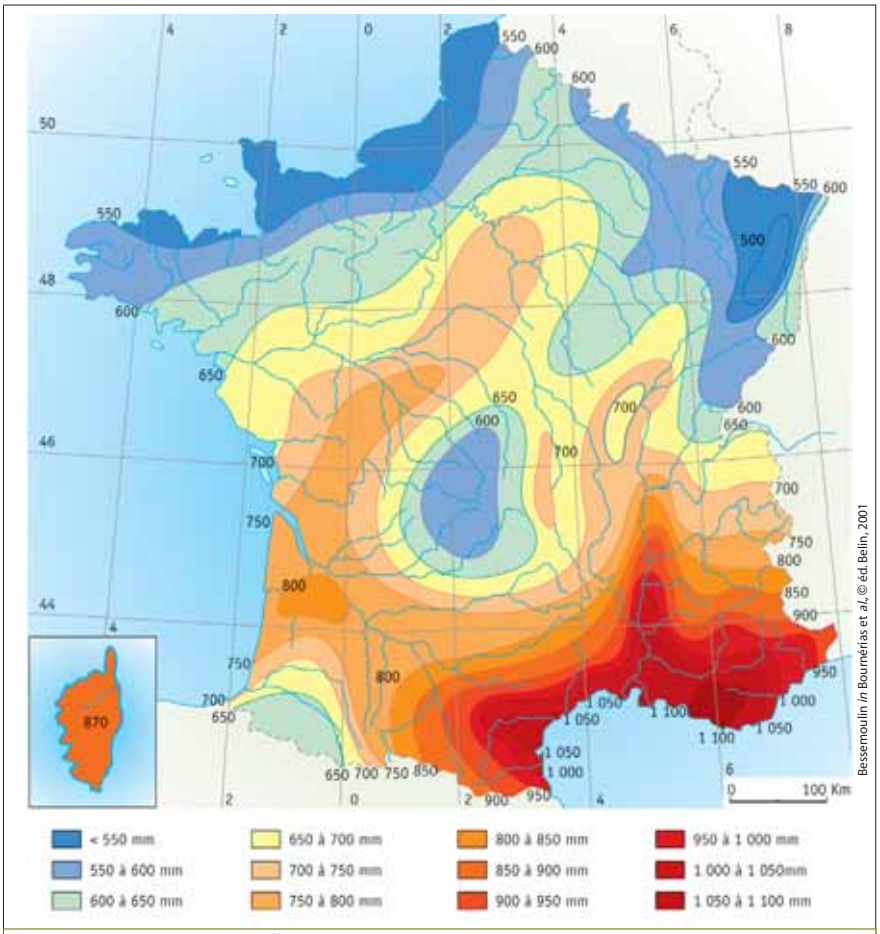
L'objectif de ce guide technique n'est pas de faire l'inventaire de toutes les zones tourbeuses.

On distingue deux grands modes de genèse des tourbières : par atterrissement ou par paludification. Les deux principes s'observent pour les marais tourbeux du tiers nord de la France. On distingue ainsi :

- Les tourbières de vallée (**fluviogènes**) où l'eau provient de la nappe alluviale ou des crues ;
- Les tourbières de dépressions topographiques (**topogènes)** où l'eau provient d'une nappe affleurante stagnante (anciens étangs ou mares entièrement colonisés par la végétation palustre) ;
- Les tourbières de pente (**soligènes**), généralement localisées en tête de vallons, où l'eau provient de niveaux de sources d'écoulement lent, de suintements ou de ruissellements ;



Coupe géologique du bassin parisien



Evapotranspiration potentielle (ETP) moyenne (en mm)
L'ETP est la lame d'eau potentielle maximale restituée à la fois par l'évaporation du sol et par la transpiration de la végétation.

Type de tourbe

La tourbe formée dans ces conditions est généralement noire, d'un pH de l'ordre de 6 à 7 et présente souvent la particularité de contenir une quantité relativement importante de particules minérales. Sa texture est relativement plastique et peu fibreuse, les débris des végétaux qui l'ont formée sont difficilement discernables. C'est cette tourbe qui a été exploitée pour le chauffage.

Ce type de tourbe est également utilisé comme support de culture (traditionnellement dans l'Audomarois [62]).

De la gyttja (Mot suédois, à prononcer «yut-tya») – vase fine foncée, semi organique – se dépose en milieu neutro-alcalin au fond des marais.

Des couches superposées alternativement de tourbe et d'alluvions sont également observables dans les tourbières fluviogènes du fait des modifications des écoulements quand le lit mineur se déplace dans le lit majeur.

Dans la Tourbière de Cessières (Aisne). *Les milieux tourbeux sont situés en fond de vallée ; pelouses et bois sont sur les versants. Les températures de l'air montrent l'importance des inversions thermiques, notamment durant les périodes froides. Le bois tourbeux est légèrement moins froid que la tourbière, mais se réchauffe plus lentement (un peu plus d'heures de gel dans l'air et surtout sol plus froid en été). Ces données ne doivent pas être généralisées mais montrent les variations possibles par rapport au climat général.*

- Quelques tourbières de sources existent encore sur les pentes crayeuses calcaires et marneuses des versants de vallées où elles peuvent créer des **tufs** ;
- Dans les anciennes fosses de tourbage colonisées par des stades pionniers tremblants (radeaux), on détermine des tourbières **limnogènes** ;
- Dans la vallée de la Somme ou dans les vallées de l'Ile de France, des petites buttes de **stade ombrotrophique** appa-

	Air à + 5 cm					Sol à - 5 cm				
	Températures moyennes en °C			Durée du gel		Températures moyennes en °C			Durée du gel	
	Ann.	Hiver	Eté	Heures	Jours	Ann.	Hiver	Eté	Heures	Jours
Tourbière	8,2	**0,1**	14,8	1148	113	9,2	2,0	**16,0**	206	11
Bois tourbeux	9,1	**1,0**	15,6	1156	97	9,1	3,6	**14,4**	16	3
Pelouse	10,9	**4,4**	16,3	426	37	9,6	0,9	18,0	590	35
Bois calcaricole	10,1	**4,4**	15,9	502	50	10,2	5,4	15,3	46	3

Suivi des méso- et micro-climats à Cessières (Aisne)

raissent avec *Sphagnum palustre, S. squarrosum*, et localement *S. magellanicum* ;

➲ Quelques petits systèmes paratourbeux de **pannes dunaires (thalassogènes)** existent tout le long du littoral maritime sableux.

Par ailleurs, la prédominance très générale des substrats calcaires implique que ces tourbières sont alimentées par des eaux alcalines : ce sont donc en principe des tourbières neutro-alcalines.

Cependant, il existe localement des impluviums collectant des eaux acides et permettant alors la formation de tourbières topogènes oligotrophes : c'est notamment le cas dans certains vallons des forêts de Rambouillet, de Montmorency, du Laonnois… Dans d'autres conditions, réalisées en plusieurs points de notre région, il existe un passage latéral ou par superposition entre tourbières alcalines et acides.

Ce guide s'intéresse principalement aux enjeux de gestion des tourbières et marais alcalins fluviogènes et topogènes des vallées alluviales.

Genèse des tourbières et marais des vallées

L'isolement des bassins versants des rivières et des fleuves de la zone d'étude est lié à la tectonique de la région du début de l'ère tertiaire jusqu'au Quaternaire : cela a conditionné les différentes étapes du creusement et du remblaiement des vallées alluviales.
Les tourbières des vallées du tiers nord de la France sont parfois présentes depuis le Tardiglaciaire. Elles se sont mises en place suite au remblaiement alluvial important qui a affecté les vallées. Le courant est alors pratiquement nul, les eaux stagnent, et les débris organiques, les feuilles mortes, ainsi que les herbiers aquatiques, ont tendance à s'accumuler sur place : le processus de turfigenèse peut débuter.

Les stades pionniers de la tourbière présentent des dépôts importants de substances organiques contribuant à la formation active de tourbe. Ils présentent une végétation basse, riche en mousses et en phanérogames variées, avec çà et là des mares et des flaques.
Succèdent aux stades pionniers d'autres groupements (marécages plus ou moins inondés de type phragmitaie, cladiaie ou magnocariçaie). L'édification de la tourbe est ralentie ou stoppée.

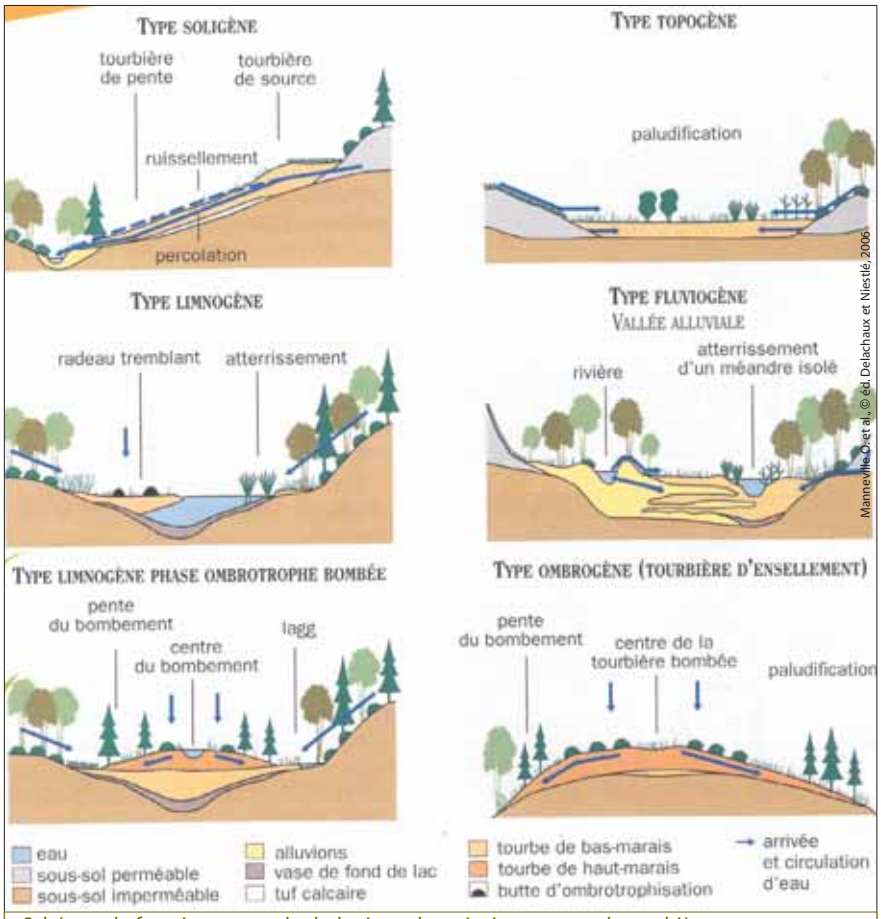
Actuellement, presque partout, ces groupements sont majoritaires, vraisemblablement suite à des modifications des régimes hydriques, mais aussi suite à l'arrêt de l'utilisation anthropique des marais (fauche et pâturage) ou en conséquence de dégradations liées aux activité humaines (drainage, remblais, plantation…). Des groupements de type moliniaie et calamagrostaie se rencontrent alors très souvent dans les zones tourbeuses les plus sèches. Ils sont parsemés de saules cendrés et de leurs nombreux hybrides avec les autres saules, ainsi que de bouleaux et de bourdaines.

Fonctionnement hydrogéologique

Le contexte hydrogéologique global dans lequel s'inscrivent les marais tourbeux de cette étude est celui d'une nappe libre (souvent la nappe de craie) en relation directe avec le réseau hydrographique qui la draine et en constitue le niveau de base. Le fond des vallées est tapissé par des alluvions dont la partie superficielle, plus ou moins tourbeuse, limoneuse ou argileuse, constitue le substratum des marais. Ces formations ont globalement une perméabilité moindre que celle du substrat dont la nappe est alors plus ou moins captive.
Les marais et les alluvions s'inscrivent dans ce contexte comme une zone de «transition» entre la nappe et son exutoire. Les communications entre le marais et la nappe s'effectuent notamment par l'intermédiaire de sources, qui apparaissent lorsque le toit de la nappe est recoupé par la surface topographique.

On en distingue 3 types :

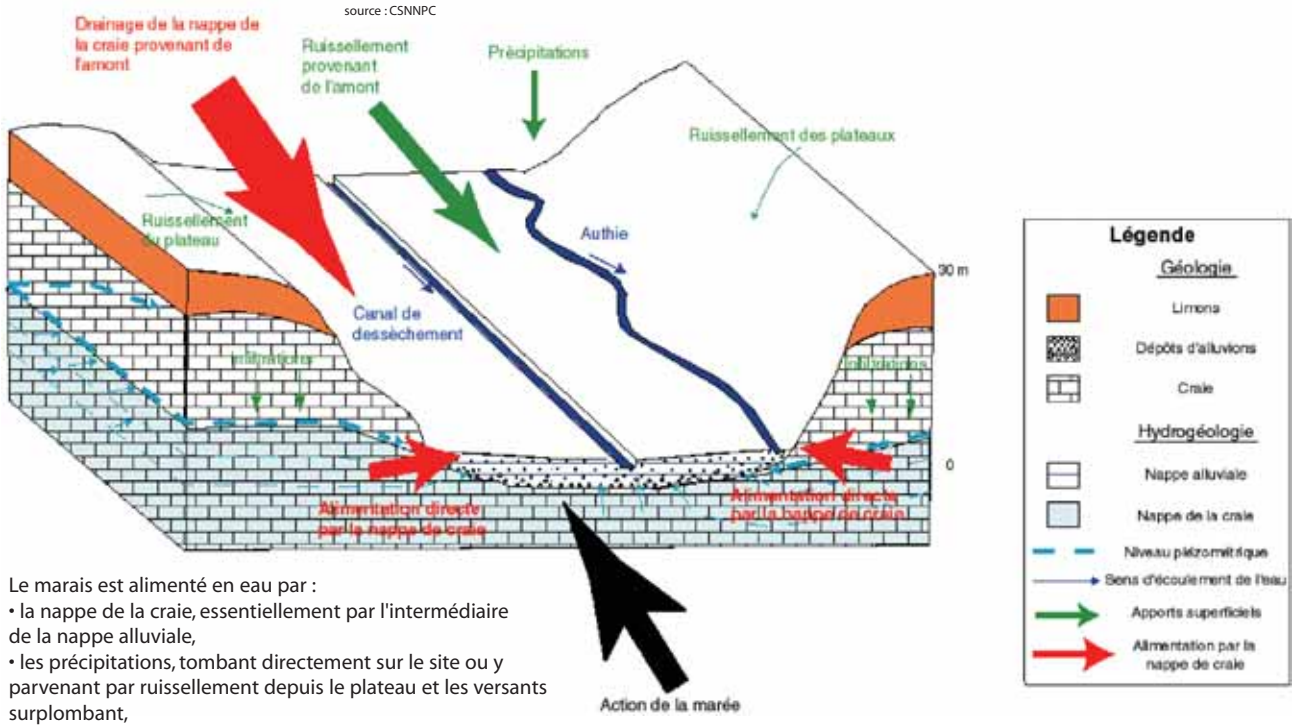
➲ Sources de tête de vallée humide : elles apparaissent dans l'axe des têtes de vallées, marquent le départ des cours d'eau pérennes et peuvent se déplacer de plusieurs kilomètres en fonction des fluctuations piézométriques de la nappe ;



Schémas du fonctionnement hydrologique des principaux types de tourbières

Exemple du marais de Roussent [62] et [80]

source : CSNNPC



Le marais est alimenté en eau par :
• la nappe de la craie, essentiellement par l'intermédiaire de la nappe alluviale,
• les précipitations, tombant directement sur le site ou y parvenant par ruissellement depuis le plateau et les versants surplombant,
• les eaux de débordements de l'Authie ou du canal de dessèchement, lors des crues exceptionnelles.

➲ Sources de débordement : elles naissent au pied des versants des vallées humides au contact des alluvions lorsque celles-ci sont argileuses ou très peu perméables et relativement épaisses ;

➲ Sources artésiennes : elles émergent au milieu des plaines alluviales à travers les niveaux argilo-tourbeux des dépôts fluviatiles. La nappe étant alors captive, il se produit des phénomènes d'artésianisme.

Végétation

Le bassin parisien appartient à la fois au domaine atlantique (partie occidentale) et au domaine médio-européen (partie orientale, globalement la Champagne-Ardenne et la Lorraine).
Plusieurs éléments phytogéographiques «globaux» sont bien représentés dans les tourbières du Nord de la France, avec des espèces présentes dans le monde entier (espèces cosmopolites), dans tout l'hémisphère nord extra-tropical (espèces holarctiques) ou en Europe et en Asie. La présence d'espèces plutôt « nordiques » illustre le rôle important de refuge des tourbières pour ces espèces, dont on pense généralement qu'elles sont apparues dans nos régions en des périodes plus froides et qu'elles se maintiennent dans ces habitats particuliers, souvent plus humides et plus frais que les paysages alentours. La gestion éventuelle de milieux hébergeant des espèces septentrionales nécessite une réflexion poussée afin de ne pas trop modifier les caractéristiques microclimatiques de ces biotopes par une intervention exagérée, dans le cas d'un déboisement destiné à favoriser les espèces héliophiles par exemple. L'élément occidental est assez abondant et illustre bien les influences océaniques qui pèsent sur notre région. Quant à l'élément méridional, en limite d'aire dans le Nord de la France, il est assez représenté, surtout d'ailleurs dans les zones plus chaudes, éventuellement proches du littoral, et serait probablement favorisé par un adoucissement climatique global.

Évolution dynamique

(source Bournérias et al., 2001)

Une tourbière neutro-alcaline peut se former selon plusieurs processus. Par exemple, un plan d'eau à eau stagnante est d'abord colonisé par des hydrophytes flottants. En même temps, ses marges sont progressivement envahies par les rhizomes, également flottants, de divers carex et de trèfle d'eau (*Menyanthes trifoliata*). Une mousse, *Scorpidium scorpioides*, colmate les vides et contribue à la formation d'un radeau tourbeux flottant (tremblant) qui s'enfonce en s'épaississant. De puissantes colonies d'hélophytes turficoles comblent l'espace libre, préludes à l'établissement des cariçaies ou roselières sur tourbe. Les espèces colonisatrices les plus fréquentes sont le marisque (*Cladium mariscus*), des laîches (*Carex paniculata, C. elata...*), la massette à feuilles étroites (*Typha angustifolia*), plus rarement le scirpe du Mont Thabor (*Scirpus tabernaemontani*) et, plus caractéristiques mais rares, la laîche filiforme (*Carex lasiocarpa*) et la laîche paradoxale (*Carex appropinquata*), laquelle ne s'implante que si la profondeur est faible.
La cladiaie ou les cariçaies ainsi formées sont apparemment très stables, les secondes surtout. Quand leur densité est faible, ou que leur pouvoir compétitif est diminué (épaississement de la couche de



Aulnaie saulaie tourbeuse [80]



Sphagnum fallax [80]

tourbe, actions animales ou humaines, notamment fauchage), l'évolution vers la tourbière alcaline semble possible.

Les stades pionniers tourbeux dépendent des modifications du régime du fleuve. Les endiguements et les contrôles des débits limitent ces phénomènes de rajeunissement des milieux. Il y a quelques décennies, l'exploitation traditionnelle de la tourbe faisait également réapparaître ces stades pionniers. Actuellement, ils se raréfient.

Le drainage par creusement de fossés, s'il est modéré, conduit quant à lui à la moliniaie turficole. Ce creusement a souvent d'autres conséquences : implantation de végétaux buissonnants (divers saules, bourdaine, bouleau), qui peuvent entraîner une évolution vers un stade forestier avec disparition des caractéristiques de la tourbière. On distingue classiquement un stade arbustif à *Salix cinereae* (*Alno-Salicetum cinereae*) puis un stade forestier du *Betulo pubescenti – Alnetum glutinosae*.


Prairie hygrophile à molinie

Les tourbières de vallées peuvent théoriquement évoluer dynamiquement d'un stade initial minérotrophe, plus ou moins prolongé, vers un stade ombrotrophe. En effet, à mesure de la production et de l'accumulation de tourbe, la surface d'une tourbière minérotrophe s'élève progressivement. Ce processus se poursuit jusqu'à ce que la surface de la tourbière et sa végétation finissent par ne plus être en contact avec la nappe et s'affranchissent de son alimentation. Si les précipitations ne sont pas suffisantes, la tourbière s'assèche progressivement, les processus de turbification prennent fin et la tourbière, sénescente, devient inactive. Elle atteint alors un stade ultime, dit minéralisé, qui s'accompagne d'une modification des propriétés physico-chimiques de la tourbe et généralement d'une évolution de la végétation vers des stades de préforestation. En revanche, si les précipitations sont suffisamment abondantes, elles se substituent alors à la nappe pour assurer l'alimentation hydrique de la partie sommitale de la tourbière. Celle-ci a alors atteint un stade ombrotrophe s'accompagnant d'une acidification et d'une oligotrophisation du milieu. Ce stade est généralement assez stable, mais au terme de son évolution, la tourbière peut s'assécher progressivement, atteindre son stade minéralisé et, éventuellement, se boiser également. Ces processus naturels d'évolution des milieux sont extrêmement lents, ils s'opèrent à l'échelle de plusieurs siècles ou millénaires, mais peuvent être considérablement accélérés par des actions anthropiques.

Les tourbières du bassin parisien sont « récentes ». Elles correspondent encore à des stades géotrophique (avec très ponctuellement des petites bombements de sphaignes ombrotrophes).

Pour observer des stades dynamiques dans un contexte moins modifié par l'homme, il faut étudier des vallées alluviales de Pologne (vallée de la Rospuda), de Roumanie (vallée du Danube), etc.

L'installation des sphaignes dans les marais tourbeux des grandes vallées alcalines est assez récente (leur présence n'est pas mentionnée par les naturalistes du début du siècle) et daterait du début des années 70. Ce processus, auquel les sphaignes contribuent de façon essentielle, se produit dans notre région selon deux modalités principales :

- Sur les marges nord-ouest de notre territoire (Normandie, Picardie) à pluviosité importante, les sphaignes peuvent s'installer par colonies dispersées, puis s'étendent au centre de la tourbière 'plate' : on assiste à un début de formation de tourbière ombrogène ;

- L'acidification peut aussi débuter en marge de la tourbière alcaline. Elle se fait alors par un processus topogène, conditionné par la présence d'un impluvium acide à la périphérie de la tourbière. Cet impluvium occupant généralement une pente couverte d'une lande ou d'une forêt dégradée sur podzosol, il se forme en aval une tourbière acide adossée. Ce processus s'observe en de nombreux points de notre région.

Dans les deux cas, la tourbe acide repose sur la tourbe neutro-alcaline, dont les plantes à port dressé peuvent encore être visibles.

La végétation des taillis tourbeux (groupement rarement typique, en voie de disparition ou tout au moins d'appauvrissement) succède généralement, par boisement, aux groupements turficoles héliophiles les plus mouillés. L'installation de sphaignes se produit si les eaux alcalines ne débordent pas régulièrement.

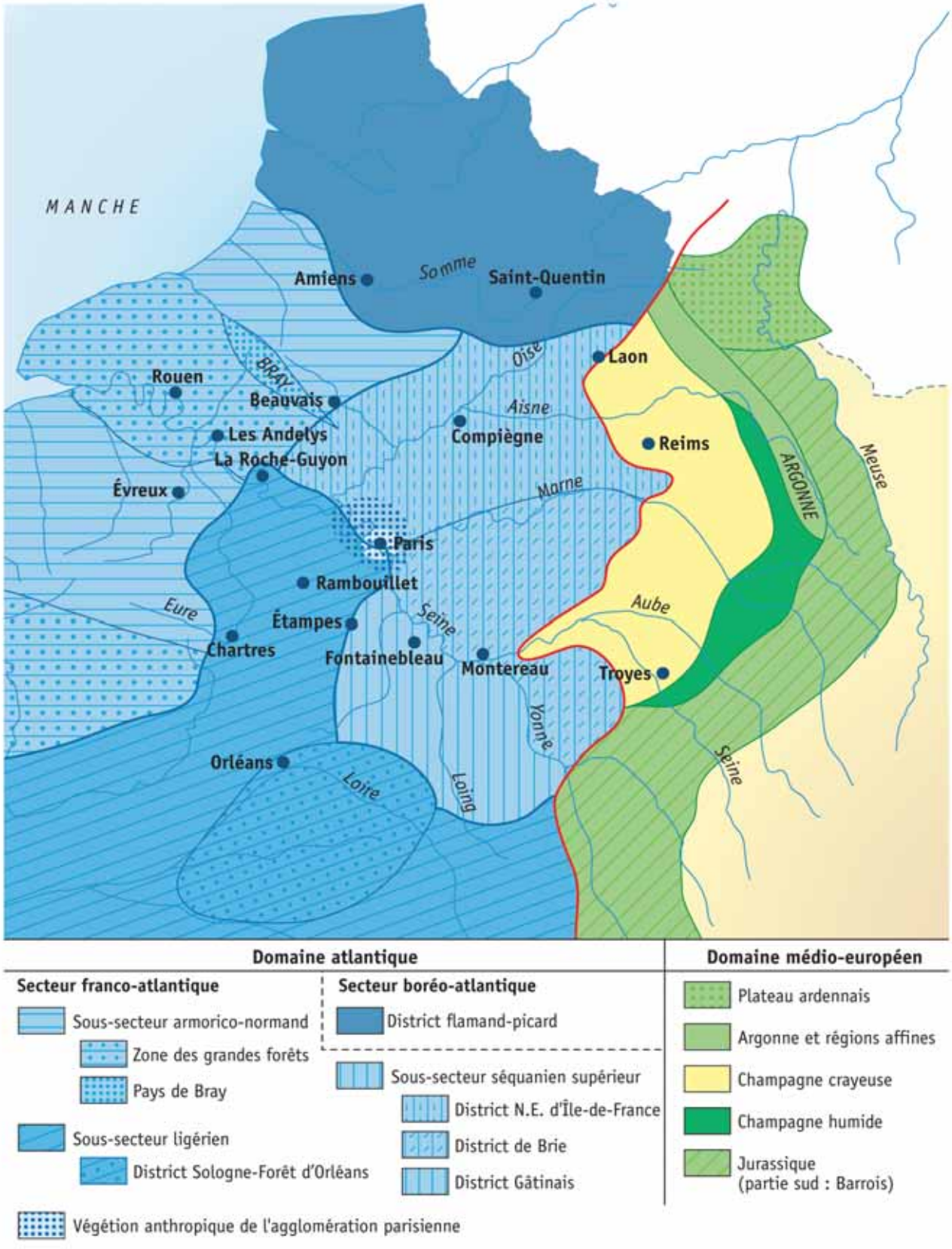
Les coupes amènent une prolifération des hélophytes, notamment des espèces banales. La végétation prend l'aspect d'une roselière, mais on y retrouve des espèces forestières et de friches humides. Le dessèchement progressif conduit à l'ormaie, voire à la chênaie-charmaie.

VALEURS PATRIMONIALES ET FONCTIONNELLES DES TOURBIERES ET MARAIS ALCALINS DES VALLEES ALLUVIALES

(source Bournérias et al., 2001)

Situées à l'interface entre les milieux terrestres et aquatiques, les marais tourbeux sont des réservoirs de vie mais également des infrastructures naturelles qui jouent un rôle essentiel dans le cycle de l'eau. Ils assurent une multitude de fonctions écologiques, communes aux zones humides en général, mais avec de nombreuses spécificités. Ces particularités se déclinent également selon de nombreux paramètres spatio-temporels propres à chaque site (configuration, connexions au réseau hydrographique et nappe, saison, etc.).

Territoires phytogéographiques du bassin parisien



Bournérias et al., © éd. Belin, 2001

	Espèces végétales des tourbières (NB : certaines appartiennent au cortège des tourbières acides)
Cosmopolites	*Carex nigra, Juncus effusus, Ophioglossum vulgatum, Osmunda regalis, Samolus valerandi, Schoenus nigricans*
Holarctiques	*Agrostis canina, Carex curta, Carex echinata, Carex flacca, Carex flava, Carex hostiana, Carex panicea, Carex pseudocyperus, Carex rostrata, Carex viridula ssp. . brachyrhyncha var. elatior, Carex viridula ssp. oedocarpa, Drosera rotundifolia, Eriophorum polystachion, Liparis loeselii, Lycopodiella inundata, Molinia caerulea, Pinguicula vulgaris, Potentilla palustris, Sanguisorba officinalis, Sparganium minimum*
Eurasiatiques et européennes	*Calamagrostis canescens, Carex appropinquata, Carex elata, Carex elongata, Carex pulicaris, Carex tomentosa, Cicuta virosa, Dactylorhiza fistulosa, Epipactis palustris, Eriophorum latifolium, Galium uliginosum, Gentiana pneumonanthe, Gymnadenia conopsea, Inula salicina, Juncus bulbosus, Juncus conglomeratus, Lotus pedunculatus, Orchis palustris, Polygala amarella, Ranunculus lingua, Salix aurita, Salix repens ssp. angustifolia, Scorzonera humilis, Silaum silaus, Stellaria palustris, Tephroseris helenitis, Thelypteris palustris, Valeriana dioica, Veronica scutellata*
Septentrionales (circumboréales, eurasiatiques septentrionales, européennes septentrionales)	*Andromeda polifolia, Carex diandra, Carex lasiocarpa, Carex limosa, Carex viridula ssp. viridula var. pulchella, Carex viridula ssp. viridula var. viridula, Dactylorhiza incamata, Dactylorhiza maculata, Dryopteris cristata, Eleocharis quinqueflora, Epilobium palustre, Equisetum sylvaticum, Equisetum variegatum, Eriophorum gracile, Eriophorum vaginatum, Galium boreale, Gentianella uliginosa, Lathyrus palustris, Menyanthes trifoliata, Myosotis nemorosa, Parnassia palustris, Pedicularis palustris, Peucedanum palustre, Pyrola rotundifolia var. arenaria, Ranunculus lingua, Rhynchospora alba, Sagina nodosa, Selinum carvifolium, Sparganium minimum, Succisa pratensis, Tephroseris palustris, Triglochin palustre, Utricularia minor, Vaccinium oxycoccos, Viola palustris*
Occidentales (atlantiques, subatlantiques, méditerranéo-atlantiques)	*Anagallis tenella, Carex laevigata, Carex trinervis, Carum verticillatum, Cirsium dissectum, Dactylorhiza praetennissa, Dactylorhiza traunsteinerioides, Drosera intermedia, Eleocharis multicaulis, Galium debile, Hydrocotyle vulgaris, Hypericum elodes, Potamogeton polygonifolius, Scutellaria minor, Trichophorum cespitosum ssp. germanicum*
Méridionales (méditerranéo-atlantiques, européennes méridionales)	*Anagallis tenella, Carex distans, Carex hostiana, Carex mairii, Cladium mariscus, Galium debile, Juncus acutiflorus, Juncus subnodulosus, Lotus maritimus, Oenanthe lachenalii, Ranunculus flammula, Serratula tinctoria, Spiranthes aestivalis*

(source : P. Julve)

En outre, certaines caractéristiques des marais tourbeux du territoire étudié méritent d'être soulignées. Il s'agit probablement de la région qui abrite le réseau des plus importantes tourbières alcalines de France et peut-être d'Europe occidentale. En outre, leur localisation dans des vallées alluviales jouant un rôle de corridor écologique facilite les échanges entre les sous-populations des diverses espèces inféodées.

PRINCIPALES PROBLEMATIQUES DE GESTION DES TOURBIERES ET MARAIS ALCALINS DES VALLEES ALLUVIALES

Même si les vallées tourbeuses représentent des surfaces importantes, elles sont soumises à différents types de dégradation qui se superposent les unes les autres et s'amplifient. Par exemple, l'abandon des pratiques traditionnelles d'entretien et l'envasement des plans d'eau accélèrent le phénomène naturel d'envahissement par les ligneux.

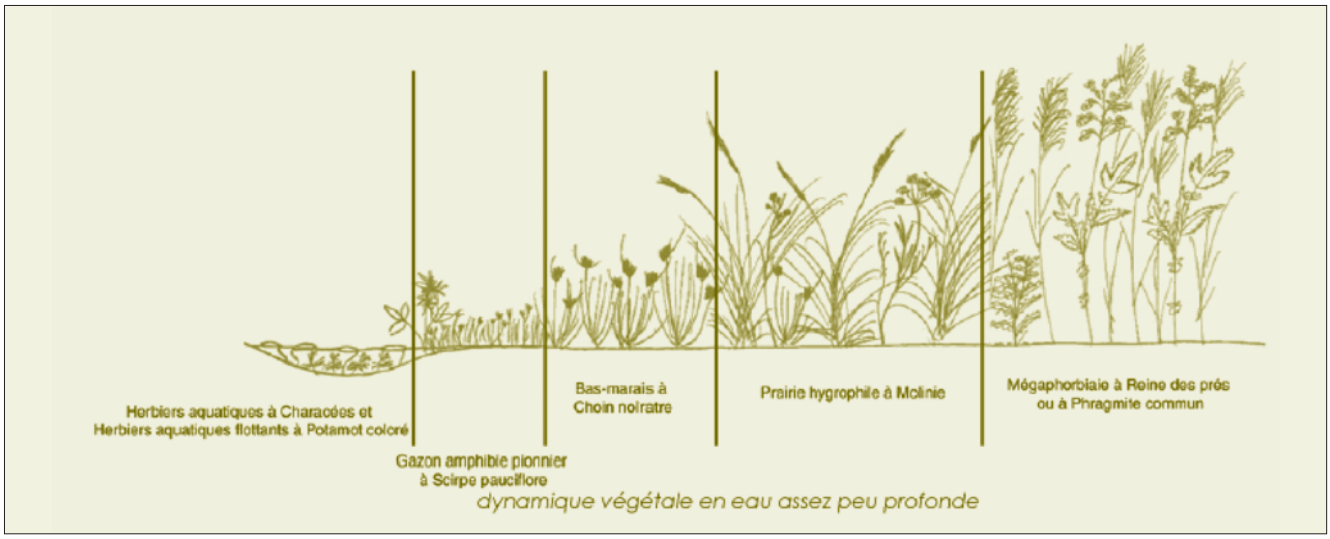
Pompage et intensification des pratiques agricoles

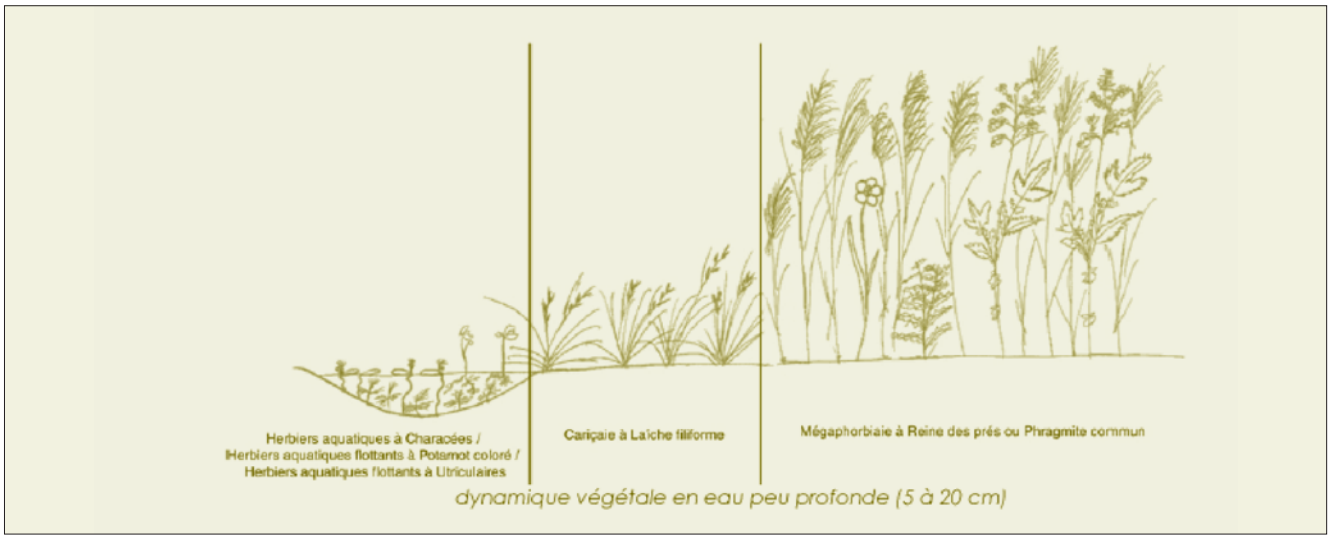
Les marais tourbeux sont des milieux qui se prêtent assez mal, par leur nature, à une utilisation agricole intensive car ils imposent de nombreuses contraintes : milieu généralement fortement engorgé, inondé parfois durant de longues périodes, sol très hydromorphe à faible valeur agronomique et peu portant, difficilement mécanisable... Pour réduire leurs contraintes tout en améliorant leurs potentialités agricoles, de très nombreux sites ont été asséchés par le biais de travaux de drainage. S'il est modéré, le drainage donne encore, dans le meilleur des cas, une moliniaie ou une mauvaise prairie. Plus profond, il provoque un tel assèchement que le sol en est définitivement stérilisé. Le drainage est souvent suivi d'un labour et d'ensemencement en maïs, avec des résultats pour le moins aléatoires : les années sèches, le maïs manque d'eau ; les années humides, il est envahi par les roseaux (et souffre du climat froid de la tourbière). Le creusement de fossés peut avoir, dans un premier temps, un effet assez heureux, mais ponctuel et éphémère, sur la flore, en permettant la réapparition de stades initiaux. Cepen-dant, la rupture ainsi produite dans le tapis herbacé permet l'implantation d'arbustes (saules) ou même d'arbres (bouleaux), début de boisement du marais.

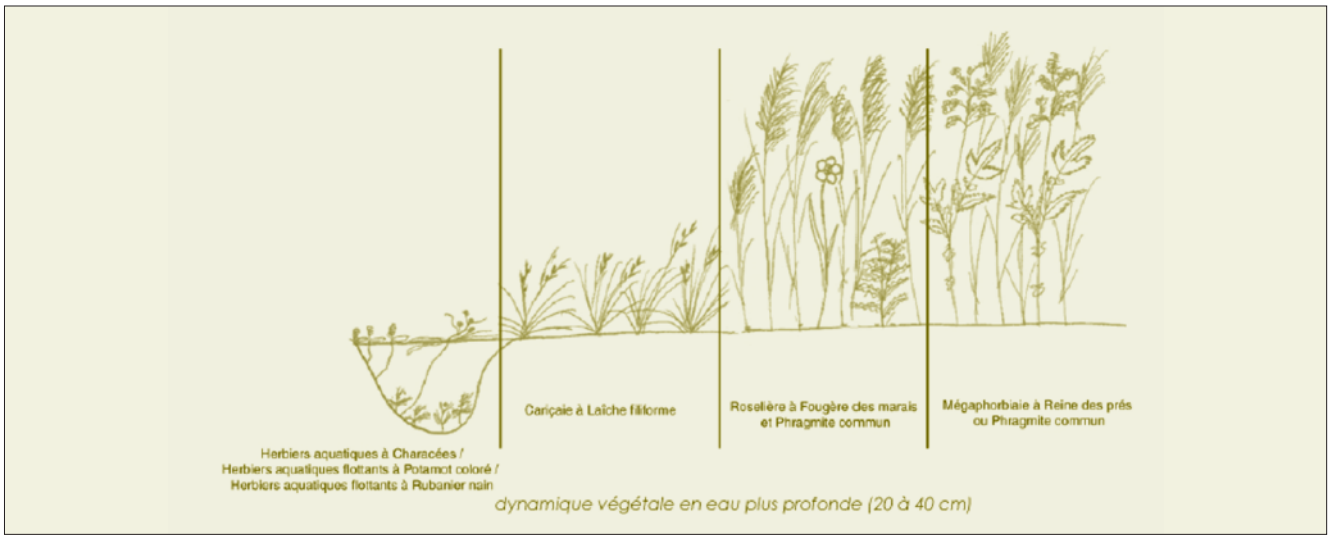
La structure de la tourbe peut également être modifiée. Elle se durcit pour former une croûte blanchâtre, enrichie en sels minéraux. Elle se tasse (de 1 à 5 cm par an). L'assèchement superficiel peut favoriser la mort des végétaux et la mise à nu de la tourbe qui sera soumise à l'érosion éolienne. Le régime thermique d'une tourbière drainée change, les maxima sont plus élevés en été, le passage au-dessus de 0°C plus tardif dans la saison. L'aération superficielle stimule l'activité microbiologique qui se traduit par une augmentation des teneurs en éléments chimiques (minéralisation).

Les conséquences écologiques sont tout aussi importantes. La biodiversité végétale peut augmenter à court terme mais elle

Dynamiques végétales, exemple du marais de Villiers [62] (Julie-Anne JORANT, CSNNPC)









Photographie aérienne oblique du Marais du Haut Pont [62] lors des inondations de 2001

Le Marais du Haut Pont, lors d'une crue théorique d'une hauteur de 40 cm d'eau, permet de stocker plus de 200 000 m³ d'eau. Ce bassin de rétention naturel épargne ainsi, à chaque montée des eaux, les équipements, toujours plus proches des lits mineurs des cours d'eau (routes, habitations…).

baisse ensuite avec une disparition progressive des espèces typiques. De plus, l'aération supplémentaire favorise le développement racinaire des arbres qui envahiront d'autant mieux le site. Les communautés animales notamment invertébrées sont également transformées. L'activité microbiologique augmente, la cellulolyse est stimulée et les émissions de CO_2 dans l'atmosphère s'accroissent.

Plantation de peupliers

Les plantations de peupliers se sont généralisées dans les zones humides depuis la dernière guerre dans une perspective de rentabilisation de terres peu productives dans un système d'agriculture intensive. Elles succèdent fréquemment au drainage partiel. Dans la majorité des cas, ces plantations se soldent par un échec (mauvaise croissance ou mort des arbres, par asphyxie des racines, sur la tourbe profonde, et même sur une faible épaisseur de tourbe oligotrophe). A la perte financière élevée s'ajoute une dégradation du milieu, consécutive aux bouleversements dus au drainage et aux tentatives (souvent répétées) de plantations et de fertilisation du substrat. On peut répertorier les conséquences suivantes :

- fermeture du milieu et remplacement de la végétation héliophile par une végétation pré-forestière,
- assèchement du milieu (en raison de l'évapotranspiration importante de ces arbres), minéralisation des couches superficielles de tourbe et rudéralisation de la flore,
- dégradation des milieux aquatiques (la décomposition des feuilles dans l'eau consomme de l'oxygène ce qui peut être néfaste à la vie aquatique),
- mitage des milieux (avec une incidence sur la faune),
- menace d'extinction et d'érosion génétique de populations naturelles indigènes de peupliers (ex *Populus nigra*),
- égradation des sols par formation d'un horizon argileux étanche (migration des particules fines dans les horizons superficiels consécutive à leur assèchement),
- modification paysagère.

Au début, les plantations de peupliers sont surtout apparues en marges des marais, puis avec la crise de l'élevage, sur les prairies humides paratourbeuses. Selon l'âge de la plantation, le type d'entretien du sous-bois et le degré d'intensification de la parcelle plantée, les milieux sont aujourd'hui plus ou moins dégradés. Actuellement, ce sont donc les prairies paratourbeuses qui sont les plus menacées par la populiculture.

Fonctions biologiques et biochimiques

- Habitats privilégiés voire spécifiques de nombreuses espèces animales et végétales (pour se reproduire, se développer, s'alimenter, se protéger…), élément constitutif de la voie de migration, quartier d'hivernage et site de nidification importants pour des oiseaux, milieux refuges de nombreux invertébrés

- Nombreux habitats et espèces remarquables (rares, menacés, en limite d'aire, etc.)

- Habitats liés aux séries dynamiques d'atterrissement et de comblement des plans d'eau présentant une grande richesse patrimoniale

- Forte productivité (permettant une exploitation économique)

- Épuration des eaux usées : dénitrification en aérobiose et lorsque les apports en nitrate sont importants, biodégradation, filtration des polluants

- Réduction des composés associés aux particules en suspension ou transportés sous forme dissoute (notamment azote)

- Rétention des différentes formes de phosphore par sédimentation, adsorption et précipitation, selon les conditions chimiques

- Émission de carbone et d'azote, fruit des activités microbiennes et racinaires

- Méthanogenèse favorisée par les conditions d'anaérobiose, mécanisme négatif vis-à-vis du réchauffement planétaire

Fonctions hydrologiques et physiques

- Dispersion ou stockage des flux hydriques (soutien d'étiage et écrêtement des crues)

- Recharge des nappes

- Piégeage et dépôt de particules et de sédiments

- Réduction de l'érosion et stabilisation des berges

- Puits pour les effluents urbains

- Fonctionnement de têtes de bassins versants de nombreux cours d'eau

- Purification de l'air

- Stockage du carbone avec un rôle positif dans la réduction de l'effet de serre

- Régulation des conditions climatiques locales (évapotranspiration réduisant les périodes de sécheresse et d'échauffement)

Rôles économiques

- Lieu privilégié pour l'exercice de certaines activités et l'exploitation des ressources (pâturage, fauche, exploitation de la tourbe, chasse, pêche)

- Amélioration, mise en valeur (indirecte) qualitative et quantitative de la ressource en eau

- Spéculation foncière sur les étangs de chasse, de pêche ou d'agrément (vente ou location)

- Écotourisme

Rôles sociaux

- Valeur culturelle, esthétique et paysagère (paysage traditionnel façonné par l'homme)

- Éducation (nombreuses thématiques : l'importance et la gestion de l'eau, l'utilisation traditionnelle du marais, la faune et la flore, etc.)

- Sensibilisation aux enjeux de préservation des milieux naturels, notamment les tourbières héritées d'un passé de plusieurs millénaires, faisant partie du patrimoine commun, mais menacées par les activités humaines

- Récréation, loisirs

- Recherche scientifique : les écosystèmes tourbeux possèdent un fonctionnement unique, tant du point de vue de leur hydrologie que de la genèse de leur sol, induisant une organisation et une dynamique très particulières des communautés vivantes

- Recherche archéologique et palynologique : grâce aux conditions d'anaérobiose qui règnent dans leur sol, les tourbières sont aussi d'excellents milieux conservateurs

- Recherche ethnologique (usages anciens : tourbage, campagne d'assèchement, mise en valeur des pâturages, fauche, exploitation de chaume, étangs de pêche…)



Hutte de chasse, marais Vernier [27]



Utilisation traditionnelle de la tourbe pour fumer l'ail [59]

Menaces	Conséquences
Pompages (agriculture, industrie, AEP, etc.)	-Assèchement -Fermeture des milieux -Modification ou disparition de la faune et de la flore inféodées à ces milieux
Intensification des pratiques agricoles	-Assèchement (par drainage et pompage) -Dégradation de la qualité de l'eau (amendement, eutrophisation, pesticides…) -Déstructuration des sols -Modification ou disparition de la faune et de la flore inféodées à ces milieux
Plantation de peupliers	- Abaissement de la nappe liée à l'évapotranspiration des peupliers -Appauvrissement du cortège floristique lié à l'ombrage et modification de la faune -Apparition d'un humus forestier
Déprise agricole	-Modification des habitats par colonisation ligneuse -Modification ou disparition de la faune et de la flore inféodées à ces milieux -Fermeture des milieux
Développement des loisirs de proximité autour des étangs	-Dégradation des berges -Développement d'habitats légers de loisirs qui altèrent les paysages -Altération de la qualité des eaux due à un assainissement difficile
Remblais, décharges, rejets agricoles et urbains en périphérie des tourbières	-Tassement du sol -Modification des écoulements -Dégradation de la qualité de l'eau (eutrophisation) -Erosion et envasement -Modification ou disparition de la faune et de la flore inféodées à ces milieux
Exploitation industrielle de la tourbe	-Drainage, pompage -Modification de la topographie, tassement du sol, dégradation physique et chimique de la tourbe -Modification ou disparition de la faune et de la flore inféodées à ces milieux -Transformation fréquente en plan d'eau après exploitation
Création de plans d'eau	-Ennoiement de la végétation -Modification du régime hydrologique -Développement de remblais et artificialisation des berges



Captage au sein d'un marais

Déprise agricole

Sans intervention de l'homme et en l'absence de perturbations naturelles (inondations, impacts des gros herbivores sauvages), la plupart des milieux présents sous nos latitudes tendent spontanément au boisement.
La maîtrise de la dynamique végétale est une problématique majeure dans les vallées alluviales.
En marais tourbeux eutrophe alcalin, le boisement par les saules ou les aulnes, le plus répandu, est plus ou moins pionnier et prépare souvent la transition avec les bois de frênes et d'ormes.
Par ailleurs, la majorité des zones humides est appelée à se combler à moyen ou long termes, mais l'accélération actuelle du rythme est sans comparaison. Le comblement des marais tourbeux et des étangs constaté aujourd'hui résulte essentiellement :

- de l'abandon de pratiques courantes telles que le pâturage, la fauche, le faucardage, le désenvasement,
- de l'absence d'entretien des ouvrages hydrauliques,
- de l'intensification des pratiques culturales qui favorisent la reprise des phénomènes d'érosion des sols et accentuent les phénomènes d'eutrophisation.

Il existe trois manières de gérer plus ou moins durablement et de manière économe ces grandes dynamiques, lorsque des variations naturelles marquées du niveau de l'eau ou un niveau d'eau élevé ne sont plus assurés :

- assurer un entretien régulier des étangs et des marais, option « jardinage » impliquant la persistance d'activités humaines et induisant des frais récurrents ;
- exporter hors du marais à intervalle régulier, tout ou partie des produits accumulés, solution « pare-feu » satisfaisante face à des facteurs non contrôlables. Toutefois, elle est jugée aléatoire dans la mesure ou le retour à un bon état de fonctionnement n'est pas garanti ;
- limiter les apports venant de l'amont et du bassin versant, option la plus satisfaisant mais pas souvent facile à appliquer.

Dans les deux premiers cas, se pose le problème épineux de l'exportation et de la valorisation des produits d'entretien et de restauration. La valorisation aussi bien des bois que des vases (surtout si elles sont polluées) reste difficile.


Plantation de peupliers sur tourbe



Vue aérienne du marais de Roussent [62] menacé par l'urbanisation

Développement des loisirs de proximité autour des plans d'eau, remblais, décharges, rejets agricoles et urbains en périphérie des tourbières

Remblaiements inconsidérés, décharges sauvages et tous travaux susceptibles d'affecter le champ d'inondation, le fonctionnement et la qualité de l'eau peuvent causer la disparition de marais tourbeux. Les décharges ont été très nombreuses dans les marais et leur fermeture ne résout pas les problèmes de pollution des eaux d'infiltration. Malgré les couches d'argile imperméables, des écoulements de jus de décharges (lixiviats) sont toujours possibles avec des conséquences potentiellement importantes dans ces milieux très fragiles. Le creusement de fossés de dérivation pourrait être envisagé pour protéger les sites les plus menacés.

Les marais sont également menacés par le développement des réseaux routiers ou ferroviaires, la construction de zones industrielles ou commerciales, ainsi que parfois, malgré les risques d'inondation, d'habitations.

Les industries rejettent souvent leurs effluents dans les marais qui peuvent pour la plupart d'entre eux absorber une part d'éléments minéraux et organiques, mais qui subissent tout de même ces apports réguliers comme une atteinte. Il existe des seuils au-delà desquels la résilience de ces écosystèmes diminue conduisant à un dysfonctionnement généralisé.

Exploitation industrielle de la tourbe

L'extraction industrielle de tourbe ou de grève, bien que très localisée, demeure une cause significative de destruction des tourbières. Les procédés actuels d'exploitation industrielle ont également des effets désastreux (emploi de pesticides, assèchement total avant extraction…).

La tourbe actuellement extraite en France est destinée à la fabrication de supports de cultures (terreaux horticoles). Mais, l'insuffisance de cette production face aux besoins du marché oblige l'importation d'une grande partie de la tourbe à partir de l'Europe de l'Est ou des Pays Baltes.

L'exploitation de granulats a également fortement marqué le paysage de certaines vallées tourbeuses. Les ouvertures de carrières en milieu tourbeux se font plus rares. Les ressources s'épuisent et il existe désormais davantage de moyens de contrôler cette activité (schéma d'exploitation des carrières) et de protéger ainsi les derniers espaces naturels préservés. Les gisements de granulats sont souvent situés sous la couche tourbeuse qui est décapée avant l'exploitation. Les fosses sont ensuite transformées en étangs aux berges abruptes et trop profonds pour permettre l'installation d'une flore autre que purement aquatique (*Nymphea alba, Nuphar lutea*...). Les zones réaffectées peuvent avoir un certain intérêt écologique (ornithologique par exemple), mais incomparable à celui des milieux préexistants en termes de biodiversité et de rareté des habitats.

Menaces visant les marais tourbeux du Nord-Pas de Calais	Niveau de menace
Coût des baux de chasse	+++
Modification des enjeux cynégétiques	++
Modification des acteurs ruraux (néoruraux) et changement des pratiques agricoles	++
Pression urbaine	+

L'essor touristique de la vallée de la Somme [80] a débuté dans les années 70 avec les mineurs et, plus rarement, des Parisiens venus pêcher et se reposer. Issus des couches sociales les moins favorisées, ils ont pris possession de terrains à proximité des étangs et y ont construit des installations sommaires leur permettant d'entreposer leur matériel et d'y séjourner pendant leurs vacances.

Les baraquements se sont agrandis au fur et à mesure. Le phénomène 'Habitas Légers de Loisirs' était né. Le succès est tel qu'en 1986 la DDE de la Somme avait relevé 1 639 installations entre Péronne et Corbie. Plus de 10 ans après, on constate une progression de plus de 50 % du nombre d'installations (2 470 HLL). Les nuisances sont de différentes natures : d'ordre esthétique (aspect de bidonville, constructions très sommaires, etc.) et sanitaire (absence de raccordement aux réseaux d'évacuation des eaux usées, de toilette, d'eau courante ou d'électricité pour certains, etc.).

Des phénomènes semblables sont observables dans d'autres départements.



Tourbe d'importation à usage horticole, Baupte [50]



Bourrelet en bordure de fossé envahi par les orties [80]

Création de plans d'eau

La création de plans d'eau représente aujourd'hui une menace très sérieuse pour les marais tourbeux. Favorisés par une législation mal adaptée, ces plans d'eau se multiplient depuis une vingtaine d'années de manière totalement anarchique et incontrôlée. Étangs de pêche ou de chasse, « trous » à grenouilles, plans d'eau de loisirs, etc. ont ainsi prospéré au dépens de ces milieux, leur conférant souvent une plus-value économique non négligeable.

Le surcreusement se fait malheureusement souvent au détriment des marais et des roselières, alors qu'un curage adapté comprenant certaines précautions permet au contraire un rajeunissement des milieux.

Le curage est également problématique : les boues de curage (comme les matériaux issus de creusement) laissées au bord des plans d'eau, créent un bourrelet qui bloque le battement du niveau d'eau et donc le fonctionnement de la zone humide. Cette opération provoque également un enrichissement ponctuel en azote et autres substances nutritives, propice au développement d'espèces nitrophiles banales, dont l'ortie.

Autres menaces

D'autres types de menaces liées à l'évolution récente des pratiques et de l'aménagement du territoire sont à noter. L'évolution rapide des milieux liée à une reprise de la dynamique végétale spontanée est aujourd'hui encore trop peu perçue par les populations locales. En revanche, une petite partie des milieux (les étangs de pêche et de chasse) subissent une concentration d'opérations d'entretien et deviennent hyper-anthropisés (pelouses, remblais, plantation de végétation exotique…). Ainsi, le développement de certaines pratiques de la chasse constitue l'une des principales menaces pour la gestion conservatoire des marais tourbeux du Nord-Pas de Calais.

PRINCIPALES PROBLÉMATIQUES DE GESTION DES TOURBIERES ET MARAIS ALCALINS DES VALLEES ALLUVIALES

Sur l'ensemble de la zone d'étude, les problématiques de gestion de marais tourbeux alcalins auxquels sont confrontés les gestionnaires ou les aménageurs du territoire sont souvent communes :

- Comment lutter efficacement contre la dynamique naturelle des saules, de la bourdaine, des bouleaux ?
- De quelle manière freiner la minéralisation superficielle des sols ? Comment inverser le processus ?
- Comment juguler l'eutrophisation des sols ?
- De quelle façon assurer le bon fonctionnement hydrique des marais et garantir un approvisionnement quantitatif et qualitatif en eau?
- La gestion par pâturage donne plutôt de bons résultats, mais quel serait l'impact de la fauche sur les mêmes types de milieu ?
- La gestion par le feu est-elle appropriée sur les marais tourbeux ?
- Les traitements chimiques sont-ils à proscrire ?
- Quels sont les impacts des rémanents de coupe ou de fauche, des fèces ou des eaux eutrophes sur les marais tourbeux alcalins ?
- Peut-on réhabiliter un site dégradé ? dans quelles conditions et comment ?

Des éléments de réponses à ces questions sont proposés dans les fiches thématiques présentées ci-après.



Cabanes, vallée de la Sensée [59]

Réhabilitation de sites dégradés. Gestion hydrologique, travaux de terrassement et restauration de la végétation



Vue aérienne de la vallée de la Rospuda

Les tourbières de la vallée de la Rospuda, un site de référence pour la réhabilitation des tourbières des vallées européennes ?

La vallée de la Rospuda (Pologne) représente un ensemble de tourbières et de marais alcalins remarquables à l'échelle européenne par la surface du site (630 ha) et du fait de son fonctionnement hydrologique intact, qui n'a jamais été perturbé. Les tourbières y sont soligènes, créées par atterrissement progressif. Une mosaïque de milieux y est présente, des milieux aquatiques aux tourbières boisées. Des zones ouvertes s'y maintiennent également sans aucune intervention humaine. La tourbe est gorgée d'eau sur plusieurs mètres au-dessus d'une couche sédimentaire lacustre d'une épaisseur atteignant les 20 m. L'ensemble de la végétation, racines comprises, flotte au-dessus des sédiments, et le niveau de la surface du sol monte ou descend en fonction des variations du niveau de l'eau. Les arbres qui s'y installent s'enfoncent sous leur propre poids une fois qu'ils ont atteint une certaine taille. La préservation de l'alimentation par l'eau du sol sous pression assure la conservation de ce site.

En France, comme en Europe, les marais et tourbières de vallées ont été largement drainés pour fournir des terrains agricoles. Aujourd'hui, deux situations principales se présentent :

- poursuite du drainage et de l'exploitation intensive (maïs, peupliers…),
- abandon des secteurs jugés insuffisamment productifs.

D'autres types de dégradation existent cependant, pour lesquelles des opérations de réhabilitation peuvent être menées.

Il convient de distinguer les termes suivants :

- **Restauration :** Opération visant à remettre dans un état proche de son état d'origine un écosystème terrestre ou aquatique altéré ou détruit généralement par l'action de l'homme (Office québécois de la langue française, 2003). Le terme de restauration induit un retour à un état antérieur. Or la minéralisation de la tourbe et les modifications de sa structure physico-chimique sont irréversibles, même après une réhumectation.
- **Réhabilitation :** Remise en état d'un terrain après son exploitation (Office québécois de la langue française, 1987). Le terme de réhabilitation est moins fort que le terme de restauration. L'objectif est de retrouver certaines caractéristiques des marais (para)tourbeux : zone humide avec nappe affleurante, développement d'espèces spécifiques, reprise de la turfigénèse, etc.
- **Réaffectation :** Ce terme induit la reconversion du site vers un autre état et d'autres fonctions. En Allemagne et aux Pays-Bas, des recherches sont menées pour une réaffectation avec remise en eau d'anciens milieux tourbeux très dégradés par l'agriculture : plantation d'aulnes pour le bois ou le bois-énergie ou production de biomasse. L'objectif n'est plus la réhabilitation (qui serait impossible), mais une production agricole ou forestière moins dommageable pour l'environnement (sans drainage).



Les sols tourbeux sensibles et peu portants rendent les travaux difficiles

Conséquences de la dégradation

Quel que soit le type de dégradation, tous les éléments constitutifs de la zone humide - les biocénoses en place, l'hydrologie et le substrat tourbeux - se trouvent touchés de manière variable. Les biocénoses (et particulièrement les microorganismes) sont les plus sensibles aux dégradations mais ont une capacité de résilience importante. Il n'en est pas de même pour la tourbe qui met beaucoup plus de temps à se modifier, et de manière profonde et durable. Si l'hydrologie peut être réhabilitée, la tourbe est dans certain cas irrémédiablement dégradée. La réhabilitation d'une tourbière doit donc d'abord s'intéresser à l'hydrologie et au substrat.

Particularités de la réhabilitation des marais tourbeux alcalins

- **Réhabilitation facilitée par des milieux dynamiques** présentant une assez bonne capacité de résilience et un niveau trophique assez élevé (par rapport aux tourbières acides) qui leur permettrait d'être moins sensibles aux pollutions et à l'eutrophisation.

Facteurs de dégradation des tourbières et marais et conséquences sur les milieux

Menaces	Conséquences
Pompages (agriculture, industrie, AEP, etc.)	- Assèchement - Fermeture des milieux - Modification ou disparition de la faune et de la flore inféodées à ces milieux
Intensification des pratiques agricoles	- Assèchement (par drainage et pompage) - Dégradation de la qualité de l'eau (amendement, eutrophisation, pesticides…) - Déstructuration des sol - Modification ou disparition de la faune et de la flore inféodées à ces milieux
Plantation de peupliers	- Abaissement de la nappe liée à l'évapotranspiration des peupliers - Appauvrissement du cortège floristique lié à l'ombrage et modification de la faune - Apparition d'un humus forestier
Déprise agricole	- Modification des habitats par colonisation ligneuse - Modification ou disparition de la faune et de la flore inféodées à ces milieux - Fermeture des milieux
Développement des loisirs de proximité autour des étangs	- Dégradation des berges - Développement d'habitats légers de loisirs qui altèrent les paysages - Altération de la qualité des eaux due à un assainissement difficile
Remblais, décharges, rejets agricoles et urbains en périphérie des tourbières	-Tassement du sol - Modification des écoulements -Dégradation de la qualité de l'eau (eutrophisation) - Érosion et envasement - Modification ou disparition de la faune et de la flore inféodées à ces milieux
Exploitation industrielle de la tourbe	- Drainage, pompage - Modification de la topographie, tassement du sol, dégradation physique et chimique de la tourbe - Modification ou disparition de la faune et de la flore inféodées à ces milieux - Transformation fréquente en plan d'eau après exploitation
Création de plans d'eau	- Ennoiement de la végétation - Modification du régime hydrologique - Développement de remblais et artificialisation des berges

• Mais rendue difficile par l'hydrologie. La conservation des habitats et des espèces remarquables est intimement dépendante du potentiel d'inondation du marais tourbeux, or le fonctionnement hydrologique des milieux est le plus souvent tellement modifié qu'il est impossible de revenir à une dynamique naturelle. Le plus souvent, pour les sites encore exploités, seule une politique globale de limitation du drainage et de remise en eau est efficace. Il est cependant difficile d'influer sur les niveaux d'eau qui sont fortement dépendants d'enjeux agricoles (réduction de surface, difficultés d'accès aux dates d'intervention optimale…), d'urbanisme (prévention des inondations) ou autres (chasse, pêche…). Un travail intéressant de conciliation des enjeux agricoles et environnementaux a été réalisé dans le marais des Mottes [50]. Pour les sites laissés à l'abandon, il est par contre plus facile de remettre en eau le marais en comblant les drains ou en créant des barrages seuils.

DIAGNOSTIC

Lorsque la tourbière a été perturbée et que la production de tourbe est proche de zéro, certains imaginent relancer la turfigénèse. C'est notamment dans ce but que sont menées des expériences de comblement de drains, de creusement de mares, d'étrépage, etc. Cependant cela suppose que la tourbière et la tourbe possèdent les potentialités suffisantes pour la reprise de cette activité.

Avant toute intervention, plusieurs questions sont à étudier :

> La cause ou les facteurs principaux de dégradation ont-ils disparu ?

> Quel stade de la dynamique est visé par les opérations de réhabilitation ?

> Quel(s) services(s) souhaite-t-on retrouver avec une réhabilitation ? Conservation d'habitats et d'espèces remarquables, régulation des crues, rôle pédagogique, social, …

> Est-ce réaliste du point de vue écologique ? Le fonctionnement hydrologique est-il favorable au processus de turfigénèse ? Le site possède-t-il des potentialités en termes de (ré)installation d'espèces végétales (banque de graines du sol, présence de sites non dégradés à proximité) ? Le site possède-t-il les capacités

physico-chimiques nécessaires à cette implantation et surtout à ce qu'elle se pérennise? Les plantes qui se réinstallent peuvent-elles initialiser le processus de turfigénèse ? La connectivité entre les milieux humides est-elle préservée ?...

> Est-ce financièrement et techniquement possible ? Est-ce durable ?

Deux facteurs primordiaux commandent les potentialités écologiques de réhabilitation d'un milieu tourbeux : l'hydrologie du site et les caractéristiques du substrat tourbeux relictuel. La dynamique de la végétation en est largement dépendante.



C. Crassous, 2006

Diagnostic indispensable : Piézomètre et échelle limnométrique permettent de mesurer les niveaux d'eau



C. Crassous, 2006

Étapes successives de réhabilitation d'une tourbière	Modes de gestion
Gestion hydrologique	- gestion des quantités d'eau, des flux et des rythmes d'inondation-exondation, amélioration des écoulements vers le réseau hydrographique, neutralisation des drains, construction de digues, etc. - gestion du niveau d'eau des fossés et des plans d'eau (désenvasement)* - gestion de la qualité de l'eau
Réhabilitation du substrat	-réduction de la biomasse : élimination mécanique des ligneux*, fauche des herbacées*, utilisation du feu* - opérations de terrassement : décapage*, étrépage*, création de mares et de gouilles, aménagement du modelé du terrain…
Restauration de la flore et de la faune	- entretien de la végétation herbacée (fauche*, pâturage*, feu*…) et gestion conservatoire d'espèces patrimoniales - décapage, étrépage*, création de mares et de gouilles - gestion des espèces invasives* - revégétalisation

*voir fiches thématiques correspondantes

1. GESTION HYDROLOGIQUE

L'alimentation en eau des marais et tourbières des vallées alluviales est un enjeu majeur de leur conservation ; elle dépend principalement de la nappe, des sources ou des cours d'eau (et plus rarement des précipitations). Avant toute opération, il est donc indispensable de réaliser une étude hydrogéologique pour définir le positionnement de la nappe ou des sources, et les mesures techniques à mettre en œuvre pour favoriser l'alimentation en eau de la zone humide. De mauvais objectifs de gestion peuvent avoir de graves conséquences sur les milieux. Un levé précis de la topographie constitue un outil précieux pour définir les caractéristiques techniques des aménagements à envisager. Des mesures simples de température et de conductivité peuvent, dans un premier temps, permettre de différencier les eaux de surface et les eaux souterraines. Une bonne connaissance des écoulements dans le bassin versant et du fonctionnement des nappes est également fondamentale.

C. Brard

Quelles techniques appliquer pour réhabiliter les fonctions de la tourbière ?

Si la réhabilitation de certains sites peut se faire par simple arrêt des perturbations, les milieux particulièrement dégradés doivent faire l'objet d'interventions de réhabilitation souvent lourdes.

Dans cette fiche sont détaillées les opérations de réhabilitation suivantes :

- les travaux liés à l'hydrologie,
- les travaux de terrassement,
- les opérations de réhabilitation concernant la végétation.

Gestion de la qualité de l'eau

Les sources de pollution dépendent de l'occupation des sols et des activités présentes en amont du bassin versant. Elles sont nombreuses :

- intrants agricoles (engrais, pesticides) qui s'infiltrent dans la nappe alimentant la tourbière,
- eaux usées, eaux pluviales de ruissellement en milieu urbain,
- lixiviations issues des décharges sauvages,
- inondations (pollutions liées à la mauvaise qualité des eaux des fleuves et des rivières ennoyant exceptionnellement les marais en période de crue).

Les pollutions entraînent souvent une eutrophisation des eaux et sont associées à des transports de particules responsables de l'envasement des fossés et marais.

De manière préventive, une zone-tampon peut être créée autour de la tourbière. La largeur de cette zone tampon est variable - de quelques mètres à quelques centaines de mètres - selon les milieux concernés (prairie ou zone boisée) et selon les flux des eaux de ruissellement.

Lagune d'épuration des eaux polluées

C'est un système écologique peu coûteux (en investissement comme en entretien) et intégré d'un point de vue paysager, dont le principe est ancien. Il s'agit d'optimiser des fonctions de dénitrification, d'adsorption et d'absorption de zones humides. Des micro et macrophytes peuvent être utilisés (lagune d'épuration de type mixte). Les matières en suspension de l'eau brute décantent dans le bassin de tête. Les bactéries assimilent la pollution dissoute, et l'oxygène nécessaire à cette dépollution est fourni par les algues (photosynthèse). Le zooplancton consomme les algues. Eventuellement, les roseaux peuvent filtrer l'eau en sortie avant rejet dans la zone tourbeuse. La surface nécessaire dépend de la qualité de l'eau et des débits. Il est recommandé de prévoir une partie d'eau libre et une partie plantée d'hélophytes (Phragmites australis, Typha latifolia, Iris pseudoacorus…).



Gestion des niveaux d'eau par des vannes, marais de Saint Gond [51]

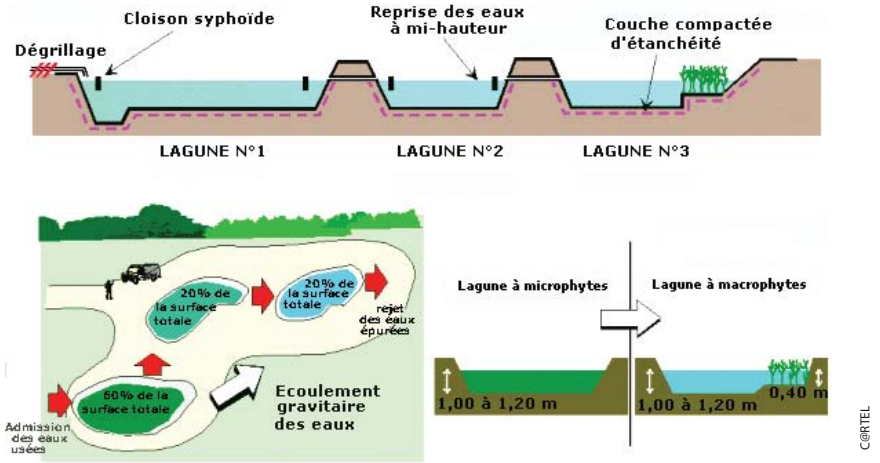
Gestion des flux d'eau

Contrôle des flux et du niveau de la nappe par des vannes

De nombreux acteurs sont impliqués dans la gestion de l'eau dans les vallées, et les méthodes de gestion des débits et niveaux d'eau (par vannes manuelles ou automatiques) sont variables. Des syndicats de communes, de propriétaires ou d'usagers (chasseurs, pêcheurs…) sont souvent responsables de l'entretien de ces ouvrages et de la gestion des niveaux d'eau. Les objectifs sont parfois divergents entre les gestionnaires et les responsables des ouvrages hydrauliques ; cette situation impose une concertation et un devoir d'information et de communication importants.

La situation idéale pour le gestionnaire de milieux naturels comprend les éléments suivants (cas des marais de Saint-Gond [51], où les niveaux d'eau sont gérés par l'Association syndicale autorisée des Marais de Saint-Gond) :

- réduire le temps d'exondation et maintenir une inondation permanente en hiver et un engorgement important des sols d'octobre-novembre à début mai (alors qu'actuellement les vannes sont ouvertes de novembre à avril, afin de limiter au maximum les inondations) ;
- instaurer une décrue progressive de début mai jusqu'à la fin du mois de juin (alors que les vannes sont généralement



Lagunage naturel

	Comblement à l'aide matériaux imperméables	Comblement à l'aide matériaux imperméables
Principes	Retenir l'eau du fossé en amont de chaque barrage-seuil : cela ralentit l'écoulement, entraîne des dépôts de sédiments qui, avec le temps, pourront combler le fossé. La longévité des barrages est primordiale.	Faire disparaître complètement les drains en les comblant avec des matériaux imperméables.
Avantages	- crée des milieux aquatiques secondaires	-la nappe peut retrouver son état initial - adapté aux fossés présentant une forte pente
Inconvénients	- les fossés gardent leur pouvoir drainant - présente parfois un effet limité sur le rehaussement de la nappe, sensible à la seule proximité des ouvrages - impossible à réaliser si le fossé présente une trop forte pente - entraîne souvent des problèmes de fuite et/ou d'érosion	- disparition de milieux aquatiques secondaires présentant une certaine biodiversité - nécessite de gros volumes de matériaux - risque de tassement à terme, entraînant alors un écoulement des eaux suivant l'ancien fossé - nécessite des moyens humains, matériels et financiers importants
Mise en oeuvre	LOCALISATION DES OUVRAGES - éviter les zones de tourbe asséchée et minéralisée (risque de fuite) - préférer les zones non embroussaillées et sans touradons (difficulté pour travailler le sol) ESPACEMENT DES OUVRAGES - tel que la différence de hauteur d'eau de part et d'autre de chaque ouvrage soit la plus faible possible (sinon rehaussement nul de la nappe et risque d'affouillement en aval de chaque ouvrage, du fait de la chute d'eau) - hauteur maximale de chute de 30 cm ou de la moitié de la hauteur du seuil ANCRAGE DES OUVRAGES - dans les parois et dans le fond du drain sur 50 cm à 1 m au-delà de la portion de tourbe dégradée qui couvre le drain (sinon, risque de rigoles se formant de part et d'autre des seuils réduisant de beaucoup leur efficacité) AMÉNAGEMENT D'UN TROP-PLEIN - ouverture sur le sommet de l'ouvrage qui canalise l'eau en cas de crue pour éviter que les seuils soient ennoyés (risque d'érosion) - calé juste sous le niveau du sol pour obtenir dans le fossé une lame d'eau à la limite du débordement AMÉNAGEMENT D'UN RADIER - pour limiter les risques d'affouillement en aval du barrage-seuil - sous forme de branches maintenues au fond du fossé par des fils de fer galvanisé, de géotextile synthétique ou en fibres naturelles, de gabions, de rondins, de dalles de pierre ou encore de tôle ondulée	PRÉPARATION DU DRAIN - décapage des parois et du fond avant de procéder au comblement - la végétation prélevée sur les parois du drain pourra être utilisée pour revégétaliser le sommet du fossé après comblement COMBLEMENT - comblement de l'amont vers l'aval, par tronçons de 5 à 10 mètres, de préférence à sec (pour que la tourbe ne perde pas sa structure en présence d'eau) - utilisation de panneaux en bois en travers comme batardeau pour empêcher la tourbe de glisser en aval
Matériel utilisé	TOURBE - à partir de tourbe humifiée peu perméable (tourbe noire collante et présentant très peu de fibres) ; attention de ne pas assécher la tourbe de manière prolongée - en provenance du site (suite à un décapage) PANNEAUX DE BOIS - contreplaqué en pin de qualité 'marine', bois brut de chêne, robinier, châtaignier RONDINS DE BOIS - prélevés sur le site ou calibrés - avec bouchon de tourbe ou bâche imperméable PLANCHES DE BOIS - permet une régulation des niveaux d'eau - s'actionne manuellement, notamment en cas de fortes inondations, afin de favoriser l'écoulement de l'eau	- généralement de la tourbe, prélevée sur le site et qui sera tassée manuellement ou avec le godet d'une pelle - il convient de tasser la tourbe au dessus du niveau du sol (en créant un bombement) pour éviter qu'après tassement, les eaux ne s'écoulent à nouveau suivant l'ancien fossé



Barrage seuil, régulation du niveau d'eau par une trappe [Belgique]

fermées à partir d'avril de manière à éviter une baisse trop importante du niveau de la nappe, en retenant l'eau dans les marais) ;

➲ éviter les variations brusques de niveau (un marnage important entraîne la minéralisation de la tourbe).

La situation la plus favorable à la formation de la tourbe est la tranche comprise entre -30 cm et +30 cm par rapport au niveau de l'eau (GEOGRAM, 1996). Des niveaux bas en saison sèche dès la mi-juillet ne sont pas dommageables et permettent d'effectuer les travaux d'entretien et de gestion des sites. La nappe ne doit cependant pas s'abaisser en dessous de 80 cm, afin de garantir une hydromorphie permanente (BOUILLON-LAUNAY, com. personnelle). Il faut également laisser la nappe se décharger durant la période estivale pour permettre au marais de jouer pleinement son rôle de milieu tampon des hautes eaux hivernales.



Barrage seuil, régulation du niveau d'eau avec des planches en bois [59]

Réhabilitation des flux et du niveau de la nappe par des travaux hydrauliques

En général, il s'agit de réduire ou d'annuler l'impact des drains créés dans la tourbière. Deux techniques existent en fonction de la taille du drain, des matériaux disponibles (rondins, tourbe…) et des moyens humains et financiers. (voir tableau page 32)

Autres techniques plus spécifiques

• **Désobstruction de sources infra-aquatiques envasées :** permet d'augmenter les volumes d'eau alimentant la tourbière et d'améliorer la qualité de l'eau.

Exemple : RN de l'étang de St-Ladre [80], par le Conservatoire des Sites Naturels de Picardie



Éolienne

• **Réhumidification du milieu par irrigation**

Exemple : Marais d'Épisy [77], par le Conseil Général de Seine-et-Marne.

L'eau est pompée dans l'étang situé à proximité du marais (énergie éolienne) et elle est conduite au cœur de la tourbière par un fossé d'environ 500 m, à la fois assez large (5 m) et peu profond (50 cm), s'évasant par endroits (30 m), notamment à son extrémité où il s'arrête en cul de sac. Le débit de pompage est calculé en fonction du volume de la tourbière et de manière à éviter les inondations en aval.

2. TRAVAUX DE TERRASSEMENT

Objectifs :

• Créer une mosaïque d'habitats tourbeux et aquatiques favorables à la flore et à la faune ;

• Favoriser les groupements végétaux pionniers sur tourbe ;

• Dans certains cas, relancer le processus de turfigénèse.

Difficultés :

• La nature de la tourbe complique les travaux de terrassement (structure parfois incohérente et hétérogène) ;

• Ces travaux sont lourds et doivent être menés avec précaution en limitant tout risque de dégradation des sols et des populations végétales et animales remarquables.

Aménagement de plans d'eau (étangs et fosses de tourbage)

La création d'étang dans les marais alluviaux peut être destructrice pour les milieux et n'est donc pas souhaitable.
Ne seront traitées ici que les opérations permettant d'aménager des plans d'eau existants dans un objectif écologique.
Les opérations de désenvasement ont été traitées (fiche Effets de l'érosion et désenvasement). Le comblement progressif d'un plan d'eau peut toutefois également être très intéressant en terme de biodiversité.

• **Aménagement de la forme et de la topographie**

➲ Éviter les étangs trop étroits très défavorables aux anatidés nicheurs. Aménager des berges sinueuses.

➲ La topographie du plan d'eau ne doit pas présenter de différence amont/aval.

➲ Des micro-dépressions (0,5 à 1 m de profondeur pour quelques dizaines de m²) peuvent être conçues pour favoriser la reconquête de la végétation et permettre le gagnage de certaines espèces d'oiseaux et la reproduction de poissons.

➲ Favoriser le développement d'îlots d'hélophytes en milieu et bordure d'étang, très favorables à certaines espèces d'oiseaux.

• **Aménagement et gestion des rives**

➲ Aménager au maximum des rives en pente douce (< 2°) avec de hauts-fonds (< 50 cm) et sinueuses en laissant les ceintures végétales hélophytiques (et non arbustives, ou alors en pointillé) se développer ;

➲ Dégager partiellement les abords pour maintenir l'ombrage de certaines zones propice à certaines espèces (d'invertébrés surtout) ;

➲ Laisser des zones de tranquillité pour le stationnement et/ou la reproduction des oiseaux d'eau ;

Une série de trois paliers horizontaux en bordure de l'excavation peut être créée :

- un premier palier, large d'une douzaine de mètres (2 fois le rayon d'action de la pelle mécanique), au niveau des basses eaux (-0,5 à -1 m par rapport au niveau du sol en général) ;

- un deuxième palier de même largeur situé 50 cm plus bas que le niveau de basses eaux ;

- un troisième palier de 6 m de large situé 1 m plus bas que le niveau de basses eaux.



Remise en état des berges après exploitation en pentes douces, marais de Germont-Buzancy [08],

➲ Sur les rives, des opérations de fauche peuvent être nécessaires (par rotation biennale ou triennale avec exportation des produits de coupe), la colonisation des plans d'eau étant souvent très rapide (cicatrisation par la végétation aquatique en moins de 4 ans dans la RN St Ladre [80]). L'utilisation de phytocide doit être prohibée en bordure de plan d'eau ;

➲ Sur les étangs dont les rives sont abruptes et boisées, il est souhaitable d'éclaircir les rives localement et d'adoucir les pentes des zones ouvertes. Ce type de milieu serait extrêmement favorable au blongios nain ou au butor étoilé (entre autres). Le déboisement des rives doit permettre le maintien d'un taux d'embroussaillement voisin de 30 %. Il est ainsi préférable de conserver des bosquets aux angles des étangs (qui jouent le rôle de brise-vent pour les populations de libellules).

• Gestion des niveaux d'eau

➲ Si possible, gérer les niveaux d'eau en évitant des marnages importants (< 50 cm) pour éviter la submersion des nids. Ceci est aussi valable pour les végétaux, des marnages trop importants favorisant par exemple Rumex hydrolapathum, qui concurrence les roseaux.

Modelage d'une topographie irrégulière, de gouilles et de mares

Sur les sites très dégradés (notamment après l'exploitation industrielle de tourbe ou après élimination de peupleraies), la création d'une topographie irrégulière permet l'installation de biotopes plus ou moins proches de la nappe sous-jacente et ainsi l'apparition d'une mosaïque d'habitats selon des gradients de pente et d'humidité.
Pour les mares, la surface doit être inférieure à 200 m² et la profondeur ne doit pas excéder 2 m.

Reprofilage et remise en eau des méandres

Schématiquement :

➲ Soit les anciens méandres sont encore bien marqués et il suffit de décaper l'entrée du méandre et d'empêcher progressivement la circulation d'eau dans le lit artificiel (barrage) ;

➲ Soit les anciens méandres sont moins visibles et nécessitent d'être travaillés à la pelle mécanique.

Le lit artificiel doit ensuite être colmaté surtout dans sa partie profonde, pour qu'il n'y ait pas de rupture au niveau du barrage et qu'il n'y ait pas de drainage souterrain.

3. REVÉGÉTALISATION, RESTAURATION DE LA VÉGÉTATION

La végétation peut être restaurée :

➲ Par des modes de gestion (étrépage, pâturage, fauche…) permettant de laisser s'exprimer la banque de graines du sol et la germination de semences dispersées par le vent, l'eau, les animaux sur le sol mis à nu… ;

➲ Par l'apport de matériaux riches en diaspores d'espèces de tourbières (Il faudra faire attention qu'ils ne contiennent pas d'espèces envahissantes) ;

➲ Par l'apport de diaspores d'espèces de tourbières ;

➲ Par repiquage d'espèces de tourbières.

Sur des parcelles dénudées après terrassement (anciennes peupleraies, anciennes cultures), pour limiter les risques d'érosion et pour accélérer la conversion vers des prairies humides, un engazonnement à base de graminées et de légumineuses rustiques (Festuca arundinacea, Festuca pratensis, Phleum pratense, Poa pratensis, Lotus corniculatus) peut être réalisé après

une préparation du sol (cover-crop). La densité du semis doit rester faible (50 kg/ha) pour permettre l'expression de la banque de graines du sol.

Pour les arbustes (berges notamment, haie…), il est possible de repiquer des fragments de végétaux prélevés sur le site.

Le préalable indispensable au lancement des travaux est l'obtention d'une autorisation de la DDAF qui les assimile à un défrichement et qui conditionne parfois son accord
- s'agissant d'une opération de restauration d'un milieu naturel
- à la réalisation d'un boisement compensateur sur le territoire communal. Selon les départements, les modalités sont différentes pour un propriétaire privé ou public, et en fonction de la surface déboisée et de sa localisation au sein d'un massif forestier ou non.
À défaut de trouver une surface adéquate à reboiser et les moyens financiers nécessaires, la négociation devra être poursuivie :
- en s'appuyant sur les textes relatifs à la préservation des zones humides,
- en négociant une réduction théorique de la surface déboisée (maintien de bouquets ou d'arbres morts sur pied et prise en compte de la surface terrière des arbres maintenus par exemple),
- en proposant des plantations sur le site, à des endroits choisis ou en alignement.

CAS PARTICULIER DES PEUPLERAIES ARTIFICIELLES

Les sites ayant fait l'objet de l'exploitation de peupliers sont particulièrement dégradés d'un point de vue édaphique et hydrologique. La restauration de ces anciennes peupleraies est cependant possible. Certains gestionnaires ont transformé ces zones en prairies humides ou en boisements d'essences locales (aulne, frêne…).

Les techniques d'exploitation des ligneux et les précautions à prendre en milieux tourbeux ont été présentées dans la fiche « limitation mécanique des ligneux ». Selon les conditions d'accès et la qualité du bois, l'exploitation est rentable ou déficitaire. Le cas échéant, les produits non commercialisables peuvent être mis à disposition des riverains ou des personnes sans ressources (par le biais des mairies ou des CCAS).

Évolution du milieu après l'élimination des peupliers

- La suppression des peupliers induit une remontée de la nappe (en l'absence de système de drainage) ;
- La richesse en nutriments de la végétation sous-jacente (mégaphorbiaie) ne permet pas un retour immédiat vers la végétation attendue (bas-marais, prairie paratourbeuse…). Si le site peut être ennoyé l'évolution est plus rapide ;
- La fauche avec exportation ou la mise en place d'un pâturage peuvent faire diminuer l'eutrophisation du milieu ;
- Pendant les premières phases de restauration, certaines espèces se développent de manière importante comme la reine-des-prés par exemple (par ailleurs broutée par les chevaux seulement au stade de jeune pousse). Des opérations de fauche complémentaires au pâturage



Après exploitation des peupliers



Création d'une mare tourbeuse



Reprofilage à la pelle mécanique, marais de Scarpe Roost-Warendin [59]



Franchissement de fossés aménagé pour le passage des engins forestiers



Liparis de Loesel

devront être menées pour contrôler la dominance des espèces nitrophiles.

➲ Le fort pouvoir de rejet du peuplier et le développement massif de certaines plantes nitrophiles (orties par exemple) peuvent poser problème pour la gestion future du site.

➲ Après les chantiers, des travaux de reprofilage peuvent être nécessaires.

L'essouchage donne de bien meilleurs résultats que la coupe (absence des rejets de souche), mais les travaux sont plus coûteux.

Précautions à prendre avant et pendant les travaux

• Il est préférable de prévoir la réalisation du chantier au moment où les niveaux d'eau sont au plus bas. La faible portance du sol et le réseau de fossés limitent les possibilités de franchissement et les rares passages utilisables risquent de devenir très vite impraticables, surtout si les conditions météorologiques sont défavorables ;

• Les pistes de débardage, les places de dépôt et de retournement doivent être clairement repérées ; les éventuels passages permettant de franchir les fossés peuvent être renforcés ;

• Toutes les opérations de fauche et de débroussaillage doivent être suivies de l'exportation des rémanents afin d'éliminer progressivement toutes les espèces nitrophiles (sauf si le niveau d'eau peut être suffisamment rehaussé) ;

• Quelques arbres isolés pourront être maintenus sur pied, même morts, pour leur intérêt pour l'avifaune et l'entomofaune ou pour ne pas perturber certaines stations d'espèces végétales remarquables.

Dès la fin des travaux, un broyeur peut être utilisé pour fragmenter les rémanents d'exploitation et limiter la faculté de rejeter des souches. Bien mené, le broyage avec exportation du broyat facilitera les entretiens mécanisés ultérieurs.

Une remontée temporaire de la nappe entraînant l'ennoiement temporaire des souches permettra de limiter les rejets.

ASPECTS RÉGLEMENTAIRES

Avant tous travaux, il faut s'assurer qu'aucune espèce protégée ne sera détruite (des autorisations peuvent éventuellement être accordées).
Les travaux de terrassement, de gestion hydraulique et de restauration de la végétation ne devront pas être contraires au principe de gestion équilibrée de l'eau et des milieux aquatiques défini à l'article L. 211-1 et suivant du Code de l'environnement ou aux orientations des SDAGEs et/ou SAGEs.
Les travaux de terrassement, gestion hydraulique et restauration de la végétation sont soumis au Décret du 29 mars 1993 modifié par Décret du 7 juillet 2006 pris en application de l'article L.214-1 et suivant. Ils peuvent notamment être concernés par les rubriques 3 de la nomenclature.

Doivent également être respectés :

➲ les articles du Code de l'environnement relatifs à la conservation du patrimoine biologique ;

➲ la Loi sur l'Eau (Nomenclature Eau). Les opérations de travaux en zones humides soumis à la loi sur l'Eau font l'objet de dépôts de dossiers administratifs auprès des services de l'État concernés ;

➲ la Loi 'Développement des territoires ruraux' du 23 février 2005 qui préconise la délimitation de zones humides stratégiques pour la gestion de l'eau et des zones humides d'intérêt environnemental particulier. Elle prévoit la mise en place de plan de gestion dans ces zones. La réalisation de travaux de terrassement, gestion hydraulique et restauration de la végétation devra donc être également être conforme aux mesures de gestion définies dans ces plans de gestion.

Exemples du bassin parisien

Les exemples présentés ci-dessous sont donnés à titre indicatif. Les résultats ne sont pas généralisables.

SUIVI

Afin d'évaluer le succès de la réhabilitation, différents suivis peuvent être mis en place (les rapidités de réponse étant trèdifférentes selon les éléments suivis) :

Gestion intégrée en vue de la conservation du liparis de Loesel

Pour le maintien du liparis, deux types de gestion sont nécessaires (données extraites de la brochure sur le liparis de Loesel éditée par le Ministère de l'environnement en 2001 dans le cadre du plan national de conservation) :
- la gestion de l'eau : elle concerne à la fois les quantités (niveau et variation des nappes phréatiques, en luttant contre les drainages, pompages...) et la qualité (lutte contre l'eutrophisation) ;
- la gestion de la végétation : le maintien d'une végétation basse et clairsemée est obtenu le plus souvent au moyen de la fauche (une fois par an, en septembre/octobre). A elle seule, cette méthode ne suffit sans doute pas à assurer sur le long terme le maintien des populations de liparis, puisqu'elle risque de provoquer une densification de la végétation.

Le débroussaillement est également pratiqué par certains gestionnaires, de même que le pâturage et plus rarement le brûlis.
Une étude génétique dans le Nord-Ouest de la France et le Sud de l'Angleterre vient de montrer sinon une écotypie, au moins un début de différenciation à l'intérieur de l'espèce Liparis loeselii. Le liparis des dunes correspondrait à la variété ovata et celui des marais tourbeux à la variété loeselii.
Les liparis des marais tourbeux sont plus menacés (fort déclin et taille réduite des populations) que ceux des dunes. La faible distance génétique entre les populations (à l'intérieur des types) laisse en outre entrevoir la possibilité de faire des renforcements dans l'aire d'étude

(PILLON et al., 2007).

Sur le marais de Frocourt [91], les résultats obtenus après l'élimination de la peupleraie sont incontestablement positifs puisqu'on observe la reconstitution d'un tapis de graminées de plus en plus épais et une diversification des espèces. L'abandon du système de drainage s'est fait progressivement et un pâturage mixte (équins, bovins) a été mis en place.

EXEMPLES DU BASSIN PARISIEN

Les exemples présentés ci-dessous sont donnés à titre indicatif. Les résultats ne sont pas généralisables.

Sites	Problématiques, techniques employées, résultats et limites
Tourbière de Vred [59]	- Reconversion d'une ancienne peupleraie avec des essences forestières (frêne, chêne). - Maîtrise de l'hydraulique : installation d'un ouvrage hydraulique afin de gérer finement les flux (niveau d'eau et durée) pour favoriser en amont la création de meilleures conditions hydriques (et défavoriser l'installation de jeunes semis).
Marais Vernier [27]	- Quelques dizaines de mares à finalité biocénotique ont été creusées dans les espaces protégés. Sur la RNR des Courtils de Bouquelon, le creusement de mares sur un ancien fossé atterri a permis de faire ressurgir à partir d'une banque de graines de l'ancien fossé, les characées, potamot, nymphéa et utriculaires.
Marais de Germont-Buzancy [08]	- L'exploitant se doit, après l'extraction, de reprofiler les berges des bassins, créer des îlots au centre des bassins, etc. Ces mesures n'ont pas été convenablement réalisées. La tourbe extraite est laissée sur les berges provocant une minéralisation et un enrichissement des eaux des bassins d'exploitation. - Afin de limiter les phénomènes de battement de nappe, les curages de la Bar on été stoppés ; des fascines ont été créées pour favoriser la sinuosité du cours d'eau.
Grande tourbière de Marchiennes [59]	- Évacuation d'un remblai de 3 m de haut (2 000 à 3 000 m²). - Sa suppression a permis de recréer des milieux marécageux : jonçaie, cariçaie, etc., favorables à la grenouille des champs et aux diverses communautés végétales.
Marais de la Souche [02]	- Une gestion cohérente et raisonnée des fossés mise en place après concertation des différents acteurs et usagers locaux. - Mise en place de seuils hydrauliques destinés à retenir plus longtemps les eaux de la tourbière en période d'étiage. Il n'est cependant pas souhaitable de conserver en eau de manière uniforme la totalité des marais.
Vallée d'Authie [62]	La création de gouilles à la pelle-marais a permis la réapparition de milieux intéressants, avec l'apparition du potamot coloré (*Potamogeton coloratus*) et d'une végétation annuelle à souchet brun (*Cyperus fuscus*).
Vallée d'Authie Marais du Pendé [62]	- Seuils installés pour retenir l'eau et inonder des roselières et des mégaphorbiaies. - Réflexions en cours pour restaurer plusieurs hectares de roselières bien inondées pour favoriser le retour du butor étoilé et d'autres oiseaux paludicoles à partir de casiers hydrauliques pré-existants.
Vallée de la Somme [80]	- Mares et gouilles créées en pente douce, notamment à l'occasion de travaux d'essouchage. Ces travaux donnent le plus souvent de bons résultats écologiques (développement d'herbiers aquatiques, développement de végétations amphibies, pontes d'odonates rares et menacés, fréquentation par les oiseaux d'eau migrateurs et nicheurs). La prolifération par des algues filamenteuses dans les plus petites gouilles peut être problématique. - Poses de seuils pour augmenter le niveau des eaux dans les étangs et les roselières (notamment à butor étoilé et autres oiseaux paludicoles). - A Blangy-Tronville, le rehaussement du niveau d'eau d'un fossé a probablement permis le retour de nombreuses utriculaires vulgaires fleuries. - Dans certains marais, des connexions avec des étangs pollués ont été bouchées, ainsi que des connexions avec le cours d'eau trop pollué et chargé en MES (RN de l'Étang Saint-Ladre).
Marais d'Épisy [77]	Une éolienne a été installée pour la partie médiane et aval du marais. Elle pompe l'eau de l'étang qui est restituée au marais via un chenal. Les débits fournis par l'éolienne sont aujourd'hui insuffisants pour alimenter le chenal. De ce fait, les niveaux d'eau dans le marais ne sont pas suffisants pour le maintien de sa végétation spécifique.
RN du Romelaere, PNR Caps et marais d'Opale [62]	Élimination des peupliers en marais.

COÛTS

Les coûts de réhabilitation sont difficiles à évaluer, l'impact des premiers travaux étant souvent incertain et l'entretien ultérieur étant à adapter en fonction des premiers résultats.

A titre indicatif :

Travaux	Coût
Terrassement (source : Agence de l'eau Rhin Meuse)	4 €/m³
Recréation de méandres (source : Agence de l'eau Rhin Meuse)	47 €/m²
Essouchage (source : CSNP)	2250 €/ha



Mare-abreuvoir recreusée, Villers sur Authie [80]


Carex davalliana

Quelles solutions et quelles limites à la réhabilitation d'un site dégradé ? L'exemple de la tourbière de Chaumont-devant-Damvillers [55]

La tourbière de Chaumont-devant-Damvillers (Meuse) constitue un site d'intérêt au moins régional. On y rencontre entre autres des groupements de tourbière basse alcaline (dernier Caricion davallianae *de la vallée de la Thinte), de moliniaie tourbeuse et de cariçaie à* Carex rostrata. *L'intérêt écologique du site repose en partie sur la présence de* Carex davalliana *(plus grande population lorraine).*

La tourbière, principalement alimentée par des sources carbonatées en amont, a subi plusieurs atteintes, notamment hydrauliques, après les années 1950 :

- Rectification de la Thinte auparavant très sinueuse,

- Creusement d'un fossé de ceinture, qui dévie les eaux d'alimentation,

- Augmentation du drainage et diminution de la qualité des eaux d'alimentation (initialement très oligotrophes) par l'intensification de l'agriculture aux alentours.

Il s'en est suivi une diminution des volumes d'alimentation en eau de la tourbière. L'assèchement progressif du milieu a entraîné une colonisation rapide par les ligneux (saule cendré notamment).

Problématique actuelle

Le site, qui appartenait jusqu'à présent à un propriétaire privé, n'a bénéficié d'aucune gestion conservatoire et s'est particulièrement dégradé. Récemment acquis par le Conseil Général de la Meuse, il va pouvoir faire l'objet de mesures de gestion adaptée. Face à cet état de forte dégradation, la question des potentialités de réhabilitation du site s'est posée avec acuité.

Quelles sont les études à mener et les questions à se poser ?

- Étude des flux d'eau entrants et sortants et diagnostic de leur qualité, en continu : quel est l'effet du ruisseau Thinte et de son éventuel effet drainant ? Quelle est la qualité des eaux des sources du coteau, de la nappe, de la tourbière et de la Thinte ?

- Étude du fonctionnement de la nappe : quel est le niveau d'abaissement estival dans les différents secteurs du marais ?

- Plan topographique et diagnostic topographique.

- Étude de la nature (taux de minéralisation) et de la profondeur de la tourbe.

A l'issue de ces différents diagnostics, il pourra être proposé des solutions de restauration du fonctionnement hydrologique du site. De même, ces études permettront de juger de la faisabilité de stopper la colonisation arbustive, voire d'effectuer un déboisement massif.

Quelles perspectives ?

Des travaux urgents de restauration des stades ouverts de la tourbière sont nécessaires, notamment la destruction des saulaies et un étrépage localisé. Pour les secteurs sud en état de conservation assez correct, des travaux d'entretien devront être conduits par fauche et/ou pâturage réguliers. Le site a d'autre part été proposé en ZSC en 2005.

CONTACTS

Pierre Mertz,
Conseil général de la Meuse

Pascale Richard,
Conservatoire des Sites Lorrains


Photo aérienne de la tourbière, en 1950 et en 2004

- Surveillance de l'état général de la tourbière et des éventuelles atteintes portées à celle-ci ;
- Suivi de l'aspect du secteur réhabilité (suivi photographique) ;
- Suivi technique des ouvrages (maintien et efficacité des barrages-seuils, andains et trop-pleins et suivi de la revégétalisation des talus, des niveaux d'eau au sein des gouilles, etc.) ;
- Suivi hydrologique ;
- Suivi physico-chimique ;
- Suivi de la végétation (flore et habitats) ;
- Suivi de la faune et de la microfaune.

Les opérations de suivi des opérations de réhabilitation occupent une place cruciale à la fois pour justifier des moyens investis mais aussi pour participer à la construction d'un corpus de connaissances (à partir des réussites mais aussi des limites).

BIBLIOGRAPHIE

AUTERIVES C., 2006 / BARNAUD G. & CHAPUIS J.L., 2004 / BARTHELEMY F., HERVIO J.M., 2000 / BERTHELOT C., 1941 / BERTHELOT C., 1941 / BERTHELOT C., 1942 / BERTHELOT C., 1942 / BOBE-LELOUP, V., PAJARD, M., 1997 / BOUILLON-LAUNAY E., 2002 / CHAPUIS J.L., BARRE V. & BARNAUD G., 2001 / CHARDENON J., 1982 / Collectif, 2005 / CONSERVATOIRE DU PATRIMOINE NATUREL DE SAVOIE, 2005 / ECOSPHERE, 1994 / GEOGRAM, 1996 / GOBA T J.M., GROSVERNIER P. et MATTHEY Y., 1986 / GROSSI J.-L., BERTHIER V., TARDY B., 2004 / HERMANT F., 1996 / JADOT J., 2002 / MICHELOT JL et al., 2006 / OFFICE FEDERAL DE L'ENVIRONNEMENT, DES FORETS ET DU PAYSAGE (OFEFP), 1998 / ONF, CSNNPDC, 2006 / PILLON et al., 2007 / QUINTY F. & ROCHEFORT L., 2003 / SALAÜN F., 2000 / SCHUMANN M., JOOSTEN H., 2006 / TIEMERMANN T., 2003 / WICHTMANN W., 2003.

Phénomènes d'érosion et opérations de désenvasement



Envasement du marais de Bourdon [80]

Le Nord-ouest et l'Est du bassin parisien ont de tous temps été soumis à d'importantes variations du niveau des mers, provoquant une succession de phases d'ennoiement (avec turfigénèse) et de phases d'érosion régressive (avec enfoncement des vallées).
Depuis une vingtaine d'années, l'extension démesurée des surfaces urbanisées imperméables, la disparition des prairies (presque 60 % en 30 ans en Picardie), la régression des éléments anti-érosifs du paysage (haies, talus, bosquets), l'agrandissement du parcellaire et l'intensification généralisée des pratiques agricoles entraînent des problèmes d'érosion de plus en plus importants.

On distingue deux types d'érosion :
*- **en nappe** (ou diffuse). Il s'agit d'un décapage uniforme de la couche superficielle de terre. Il se produit principalement sur les zones de plateaux. Cette forme d'érosion passe souvent inaperçue mais peut arracher un volume de terre important : un décapage de 1 mm sur 1 ha correspond à la perte d'un volume de 10 m³. Les dégâts sont pratiquement irréversibles ;*
*- **en rigoles** (ou ravines). Lorsque les eaux de ruissellement se concentrent, elles peuvent selon la nature du sol et l'intensité du relief former une ravine par creusement. Cette forme d'érosion se produit généralement dans les vallées sèches et les thalwegs. Elle est cependant maîtrisable.*

Ces phénomènes d'**érosion à l'échelle du bassin versant** sont en partie responsables des problématiques d'**envasement des marais et des tourbières** alcalines du bassin parisien.

DÉFINITION DE L'ÉROSION

On peut définir l'érosion comme **le détachement et le transport des particules sous l'effet de l'eau ou du vent.**

L'érosion hydrique se produit généralement sur des sols préalablement fragilisés, dans le cas d'une intensité de pluie supérieure aux capacités d'infiltration du sol (orage) ou sur des sols gorgés d'eau (en période automnale et hivernale). Les sols cultivés limoneux y sont particulièrement sensibles. Dans les plaines céréalières du bassin parisien, l'érosion hydrique peut s'installer dès que la pente atteint 3 % (Ramade, 1993). Les berges des cours d'eau sont également érodées par le transport d'eau et de terre.



Érosion en rigoles



Érosion en nappe

Une érosion accentuée par l'évolution des pratiques agricoles et des paysages

Aux éléments naturels (pente des terrains, climat, texture des sols) s'ajoutent des facteurs aggravants liés à :

- **l'évolution des pratiques agricoles :** affinement de la terre (favorisant la formation d'une croûte de battance), tassement des sols lié aux engins agricoles, baisse de la teneur en matière organique du sol, absence de couvert hivernal, labour dans le sens de la pente, etc. ;
- **l'évolution des paysages :** remembrement, augmentation de la taille des parcelles, diminution des surfaces toujours en herbe qui détiennent une capacité d'infiltration des eaux de pluie supérieure aux cultures, développement des cultures de printemps laissant le sol à nu de l'automne jusqu'au début du printemps, développement urbain, disparition des éléments structurants du paysage et uniformisation de la topographie (haies, bosquets, talus, mares).

CONSÉQUENCES DE L'ÉROSION

Ce phénomène, plus ou moins massif et rapide, peut avoir des conséquences importantes : diminution du potentiel agronomique des terres agricoles, risques accrus d'inondation et de coulées de boue et dégradation des milieux naturels.

L'envasement des cours d'eau et zones humides est directement et largement lié aux phénomènes érosifs, mais pas uniquement. On peut distinguer :

- **l'envasement des milieux aquatiques**, dû à des apports exogènes de matières en suspension (MES) par des cours d'eau ou des fossés combinés à une dynamique naturelle endogène de précipitation du carbonate de calcium sous l'effet de changements hydrochimiques.



Plantation de peuplier et culture de maïs dans le Marais Vernier [27]



Bassin de décantation, désenvasement de l'étang de Boves [80]

En Picardie, les envasements endogènes peuvent être très importants (notamment dans les anciennes fosses de tourbage isolées des cours d'eau, dans la Somme [80] et dans la Souche [02]) ;

■ **le dépôt de vase sur les milieux tourbeux pendant les crues exceptionnelles**. Des dépôts limoneux eutrophes très importants ont été constatés dans des bas-marais alcalins ou des mares oligotrophes des pays de craie (Plateau picard, Champagne, Artois…) lors de crues exceptionnelles, notamment celles de 2001.

Conséquences directes de l'érosion sur les cours d'eau et les milieux aquatiques :

L'augmentation des MES entraîne :
➲ la réduction de la pénétration de la lumière,
➲ l'eutrophisation de l'eau, entraînant le développement anormal du phytoplancton,
➲ le colmatage des frayères,
➲ l'appauvrissement du milieu en oxygène par l'augmentation de l'activité bactérienne (due à l'apport en matière organique).

En conséquence, la faune et la flore aquatiques sont pénalisées dans leur développement :
➲ disparition des espèces de poissons et invertébrés les plus exigeants vis-à-vis de l'oxygène dissous ;
➲ pour les plantes aquatiques, difficultés liées à la photosynthèse (opacité de l'eau) et à l'enracinement (sédiments instables et liquides) ;
➲ prolifération des espèces tolérant ou recherchant les milieux eutrophes et envasés. On observe par exemple en vallée de la Somme le remplacement des herbiers à *Nymphaea alba* et à *Myriophyllum verticillatum* par d'autres plantes moins exigeantes (herbiers à *Nuphar lutea* ou à *Myriophyllum spicatum*, *Ceratophyllum demersum*, etc.). Ces dernières disparaissent ensuite et il ne subsiste plus que des tapis épars de *Najas marina,* qui s'accommodent des substrats vaseux eutrophes avec une très faible lame d'eau libre. La haute vallée de la Somme présente ainsi des hectares de plans d'eau sans végétation immergée, avec 20 ou 30 cm de tirant d'eau et 1 à 2 mètre(s) de vase, là où il y a encore 15 ou 20 ans s'étendaient des herbiers avec les deux espèces de nénuphars.

Conséquences de l'eutrophisation et de l'envasement sur les milieux tourbeux :
➲ atterrissement des marais du fait des dysfonctionnements hydrologiques, biologiques et sédimentaires importants ;
➲ modification de l'écoulement hydraulique et augmentation des risques de débordement en amont ;
➲ disparition des habitats turficoles sur tourbe à nu (*Potametum colorati, Sparganietum minimi*, groupements à Characées…) ;
➲ disparition des espèces oligotrophes, présentant parfois une forte valeur patrimoniale. Dans toute la vallée de la Somme et dans les marais de la Souche, les épisodes de crues hexadécennales ont généré une régression ou une disparition des coussins de sphaignes liés à des milieux oligotrophes, et une régression des herbiers aquatiques oligotrophes. Dans le Nord-Pas de Calais, les crues de l'Authie en 2001 ont également entraîné des dépôts de vase importants (dans le marais de Tigny [62] par exemple) sur les prairies hygrophiles. Après que l'eau se soit retirée, une végétation de vases exondées différente de celle des prairies hygrophiles s'est développée.

Dans les marais de la Souche en Picardie, l'essentiel des populations de leucorrhine à large queue (*Leucorrhinia caudalis*) et de leucorrhine à gros thorax (*Leucorrhinia pectoralis*) sont localisées sur des plans d'eau en cours de comblement, avec des profondeurs inférieures à 1 mètre. Les stades de comblement intermédiaires leur conviennent. Cependant quand la lame d'eau libre est inférieure à 10-20 cm, le milieu devient défavorable, notamment pour la vie larvaire liée aux herbiers aquatiques enracinés (herbiers à characées et/ou à *Myriophyllum verticillatum*) ou semi-flottants (herbiers à utriculaires) et pour les nénuphars (blancs ou jaunes) qui servent d'habitat de chasse et de base de territoire pour les mâles. Les populations peuvent alors régresser en quelques années (CSNP, comm. personnelle).

Dynamique d'envasement des plans d'eau

La dynamique d'envasement est différente selon les plans d'eau : étang naturel, ancienne fosse de tourbage, etc. Associé au phénomène de dynamique naturelle des milieux, l'envasement accélère le comblement des plans d'eau par progression des radeaux tourbeux. Cette dynamique de comblement est un phénomène non linéaire qui reste difficile à évaluer. Dans le Nord-Pas de Calais, les observations réalisées sur trois plans d'eau montrent que 70 à 100 cm de vases peuvent s'accumuler en 50 à 60 ans. Sur la commune de Liesse [02], la vitesse de sédimentation est estimée à 100-150 cm en 120-180 ans. Dans la Réserve naturelle des marais d'Isle [02], la vitesse de sédimentation était estimée en 1993 par la SOGREAH à 0,4 à 0,6 cm par an. La sédimentation moyenne peut donc parfois atteindre 1 cm par an (CSNP, comm. personnelle).



Vue aérienne des inondations de 2001 dans la RN de Boves [80]



Étang envasé à *Nuphar lutea* dans la vallée de la Somme [80]

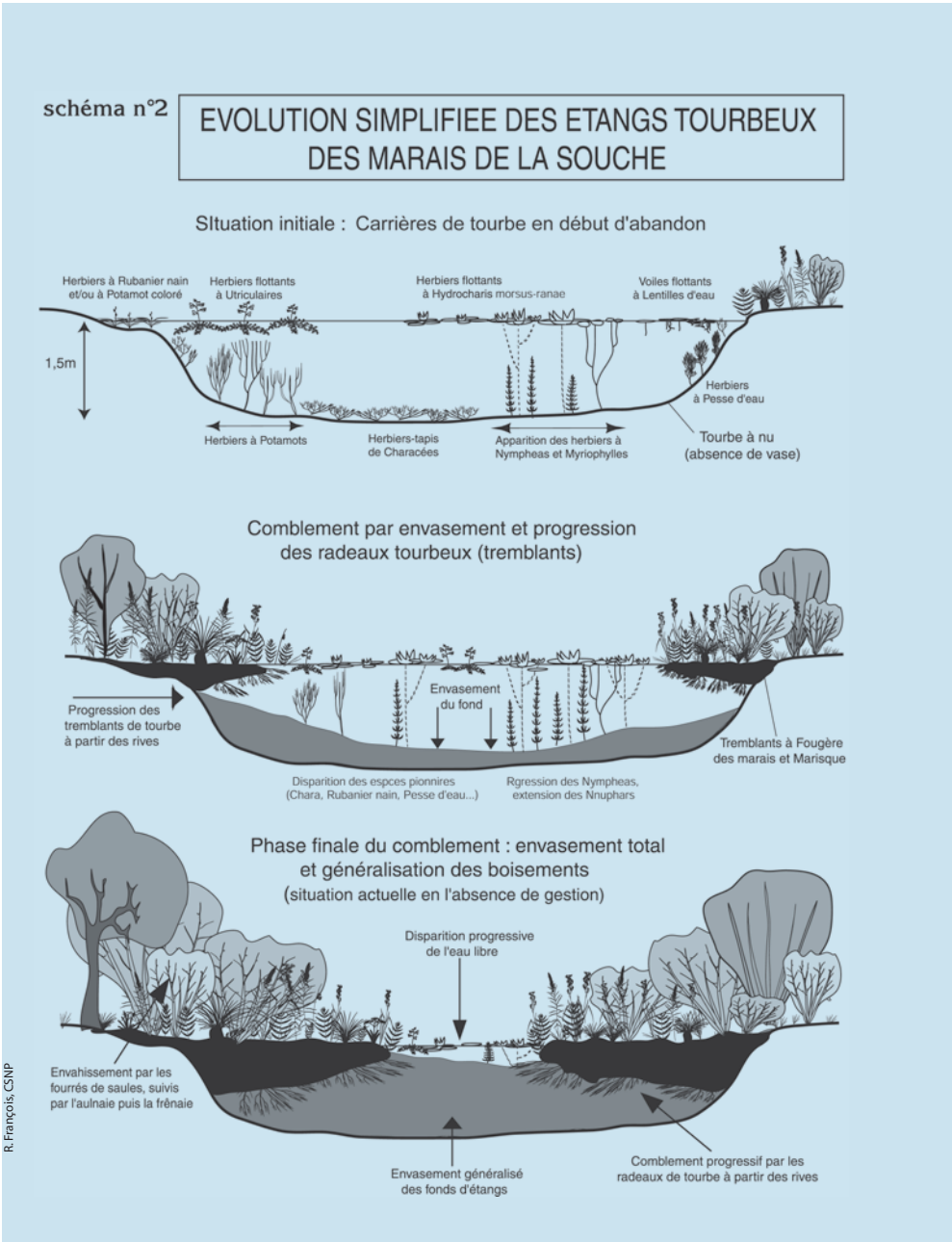
Nécessité d'une approche à l'échelle du bassin versant

Les bassins versants des marais et des tourbières alcalines sont principalement constitués de grandes cultures sur limons très érosifs (70 à 80 % du bassin versant en Picardie et dans le Nord-Pas de Calais) avec de faibles proportions de surface toujours en herbe. Pourtant, il existe très peu de coordination entre la gestion des zones humides de fonds de vallée et l'agriculture des versants et des plateaux.
La seule solution durable pour préserver les marais et les tourbières des vallées du bassin parisien des risques d'envasement est la lutte contre l'érosion des sols agricoles et la pollution des eaux à l'échelle des bassins versants.
Le problème semble insoluble si l'on s'en tient à l'exemple du bassin versant de la Somme qui compte plus de 20 000 ha de zones tourbeuses : totalisant plus de 5 500 km², il correspond environ aux 3/4 du département de la Somme et à une partie de celui de l'Aisne. De plus, le contexte des vallées tourbeuses est largement urbain : rejets des eaux usées dans des récepteurs aboutissant, tôt ou tard et après assainissement, dans les fleuves reliés aux complexes tourbeux.
Des opérations à grande échelle sont cependant possibles comme le montre la création des syndicats de vallées ou de rivières dont l'objectif est de concilier les attentes des différents acteurs. Des partenariats peuvent être mis en place comme dans l'Ain, entre des chercheurs (INRA, ENS), la Chambre d'Agriculture (mission "érosion"), les gestionnaires de zones humides et les usagers, pour une gestion cohérente à l'échelle du bassin versant, grâce aux financements de l'Agence de l'Eau et des collectivités territoriales. Les SAGE permettent également d'avoir une réflexion et une action globales sur l'ensemble d'un sous bassin versant.

L'envasement est l'une des problématiques majeures des tourbières et marais alcalins de plaine. Elle accélère l'atterrissement, la colonisation par les ligneux et favorise le développement des groupements végétaux aquatiques, amphibies et terrestres eutrophes au détriment des habitats oligomésotrophes et mésotrophes d'intérêt patrimonial très supérieur.

OPÉRATIONS DE LUTTE CONTRE L'ENVASEMENT

Face aux problèmes d'érosion et d'envasement, deux catégories d'intervention peuvent être envisagées :
- des actions préventives indispensables à l'échelle du bassin versant ;
- des opérations curatives ponctuelles de restauration des cours d'eau (et plus particulièrement des fossés) et des plans d'eau.



Dynamique d'envasement des étangs tourbeux de la vallée de la Souche [02]

❶ **La modification des pratiques culturales** permet souvent de réduire sensiblement les risques de ruissellement des eaux et d'érosion des sols. Par exemple la pratique du **desherbinage** avec implantation de ray-grass en inter-rangs offre un couvert hivernal efficace après la récolte de maïs.
❷ **La diminution de la taille des parcelles** limite les vitesses d'écoulement de l'eau sur les versants.
❸ **La préservation des prairies** notamment en fonds de vallée permet de favoriser le ralentissement des eaux de ruissellement et de filtrer les particules de terres.
❹ **La restauration des fossés** en bordure des axes routiers et sur les chemins ruraux permet de drainer les eaux de ruissellement. Les fossés enherbés doivent être privilégiés afin de ralentir la vitesse d'écoulement des eaux jusqu'à l'exutoire.
❺ **La reconquête du maillage bocager** (haies et talus) participe à la lutte contre l'érosion des sols en assurant des obstacles naturels au ruissellement des eaux et en favorisant la sédimentation des particules de terres charriées.
❻ **La bande enherbée** en fond de talweg ou perpendiculaire à la pente permet de ralentir les eaux de ruissellement et de piéger les sédiments.
❼ **Le labour perpendiculaire à la pente**, lorsqu'il est techniquement possible, ralentit le phénomène de ruissellement en empêchant la formation de chemins préférentiels d'accumulation de l'eau.
❽ **Les cultures intermédiaires** implantées avant une culture de printemps offrent une couverture hivernale efficace qui augmente les capacités d'infiltration du sol durant les périodes les plus pluvieuses.
❾ **L'absence d'habitations** en zone inondable permet de limiter les risques. Pour cela, le PPRI constitue l'outil privilégié.
❿ **Les diguettes végétales** installées en travers des ravines déjà formées constituent des barrages filtrants et permettent le comblement de la ravine.
⓫ **Les plantations de berges** jouent un rôle tampon aux eaux de ruissellement provenant des versants et permettent de filtrer les sédiments avant leur arrivée à la rivière. La qualité de la rivière s'en trouve ainsi préservée (n°12) .
⓬ **Les mares** peuvent jouer, quand elles dont bien localisées sur le bassin versant, le rôle de bassin tampon naturel en stockant une partie des eaux de ruissellement. Elles peuvent ainsi avoir une double vocation hydraulique et d'abreuvement du bétail.



Les actions pour lutter contre le ruissellemnent des eaux et l'érosion des sols. (extrait des guides techniques de la lutte contre l'érosion des sols, PNR des Caps et Marais d'Opale)

ACTIONS PRÉVENTIVES POUR LIMITER LES PHÉNOMÈNES D'ÉROSION

Les actions pour lutter contre le ruissellement de l'eau et l'érosion des sols (document extrait du guide technique de la lutte contre l'érosion des sols édité par le Parc naturel régional des Caps et Marais d'Opale)

Questions à se poser avant intervention

Une réflexion globale au niveau du bassin versant doit être menée au préalable avec hiérarchisation des opérations en fonction du contexte local et des outils disponibles (convention avec les agriculteurs, MAE…). Les zones où l'intervention est prioritaire (sols très fragilisés, pentes importantes, ravines déjà bien marquées, zones à pratiques agricoles "dangereuses"…) doivent être identifiées.

Modification des pratiques culturales

- travail du sol en travers de la pente et favorisant l'infiltration,
- utilisation raisonnée des désherbants,
- mise en place de cultures d'hiver (engrais vert type moutarde), non déchaumage pendant l'interculture,
- utilisation raisonnée d'amendements organiques et d'amendements calciques stabilisateurs de la structure du sol,
- limitation de la taille des parcelles,
- rotations des cultures, mises en jachère,
- maintien (ou restauration) des prairies de fond de vallée en zones inondables.

Aménagements hydrauliques anti-érosifs

- Les bandes enherbées (semis d'espèces gazonnantes à l'entretien aisé), installées perpendiculairement à la pente, limitent les volumes et les vitesses de ruissellement arrivant dans le marais. D'une largeur de 10 m pour un versant inférieur à 100 m, elles peuvent atteindre les 20 m pour un versant plus important. La zone enherbée doit être fauchée annuellement avec exportation des produits de fauche en fin de printemps ou en début d'été. Pour les sédiments, le passage à la herse légère évite l'étouffement de la végétation sous l'accumulation des particules. En outre, les bandes enherbées retiennent les pesticides, une dizaine de substances aux propriétés variées testées, avec une l'efficacité supérieure à 50% pour une largeur de bandes de 6 m, et à 80-90% pour 12 et 18 m (INRA et CEMAGREF, 2006).

Limitation des risques d'envasement lié aux crues

Les crues régulières font partie du cycle de formation des tourbières fluviogènes. Mais quand les eaux sont fortement chargées en MES, elles accélèrent l'envasement des marais et tourbières et deviennent alors problématiques. Si le niveau de la nappe est suffisamment haut et si l'épaisseur des dépôts reste faible, les crues n'auront qu'un impact de courte durée. L'abaissement des niveaux des nappes rend par contre beaucoup plus problématique ces dépôts de vase.

Une des solutions pour limiter ce risque consiste à séparer le cours d'eau des marais par un bourrelet alluvial renforcé, pour que les eaux chargées (et potentiellement polluées) de la rivière ne s'y déversent pas - option mise en oeuvre dans la Réserve Naturelle de Boves [80], séparée du cours de l'Avre, rivière de mauvaise qualité physico-chimique. La fauche exportatrice peut être envisagée pour limiter l'impact des crues en termes de trophie et rajeunir les milieux.



Réalisation de fascines

➲ Les haies permettent de ralentir les écoulements des eaux et favorisent leur infiltration. La haie est d'autant plus efficace qu'elle est associée au talus de ceinture. Elle peut être implantée soit en bordure de fossé, permettant ainsi de canaliser les eaux captées jusqu'à la rivière, soit perpendiculairement à la pente ou en rupture de pente. En bordure de rivière, elle joue un rôle tampon pour les eaux de ruissellement et protége la qualité du cours d'eau.

➲ Les fascines disposées successivement en fond de thalweg, perpendiculairement à une ravine, servent à ralentir la vitesse de l'eau, à améliorer l'infiltration et à favoriser la sédimentation de particules de terre charriées, qui participent alors au comblement de la fascine. Pour plus d'efficacité, elles peuvent être associées à une bande enherbée.

Les fascines font généralement 1 m de hauteur, 80 cm maximum de largeur et de 10 à 20 m de longueur selon les caractéristiques du terrain. Mieux vaut installer plusieurs fascines de 5 ou 6 m qu'une seule de 12 à 15 m. Elles sont le plus souvent réalisées en saules selon la technique du fascinage.

➲ Les mares tampon peuvent jouer le rôle de bassin de retenue tout en offrant des habitats intéressants. Elles doivent conserver un niveau de marnage d'au moins un mètre pour une capacité de stockage de quelques centaines de m³ et être curées si nécessaire. Les aspects techniques liés à la création de mare sont présentés dans la fiche 'réhabilitation de sites dégradés'.

ACTIONS CURATIVES DE DÉSENVASEMENT ET LIMITES

Les objectifs du désenvasement de cours d'eau ou de plans d'eau visent à restaurer la qualité hydrologique, biologique et/ou paysagère d'un site. Elles permettent la réapparition, l'accueil et le développement d'espèces et d'habitats remarquables liés aux milieux mésotrophes.

Toute opération de désenvasement est inutile si on ne met pas en place parallèlement des opérations de prévention.

De manière générale, une trop forte intensité des opérations de désenvasement, une fréquence trop élevée et leur généralisation à l'ensemble des plans d'eau peuvent être dommageables. Ces opérations semblent parfois absolument nécessaires mais elles risquent d'avoir des impacts à court terme très négatifs. Il est donc impératif d'évaluer l'urgence pour chaque pièce d'eau selon son intérêt patrimonial, ceci afin de proposer le plan de curage le plus favorable en fractionnant les interventions dans le temps.

Diagnostic sur la nécessité et l'urgence du curage :

D'où vient l'eau ?

Y a-t-il des connections entre le plan d'eau et la nappe ou le cours d'eau ?

Quelle est la qualité de l'eau ?

Quels sont la capacité de stockage et le rôle tampon du plan d'eau ?

Quelle est la proportion du comblement, la hauteur d'eau ?

Quelle est la vitesse de comblement ?

Quelles en sont les causes ?

L'envasement recommencera-t-il après curage ?

Les berges sont-elles boisées ?

Y a-t-il d'autres apports de biomasses ?

Quelle est la valeur actuelle du milieu et des espèces qu'il abrite ?

Quelle est la sensibilité aux travaux des espèces patrimoniales du site ?

Quel peut être le devenir du plan d'eau en l'absence de curage ?

Peut-il donner naissance à de nouveaux milieux intéressants, tourbeux ou non (roselière, boisements alluviaux…) ?

Désenvasement à but écologique

De telles opérations restent rares à l'échelle du bassin parisien. Les opérations de désenvasement sont actuellement principalement programmées pour limiter les risques d'inondation, pour des activités cynégétiques, piscicoles, de loisirs, etc. De nombreux étangs tourbeux font l'objet de travaux ponctuels de désenvasement pilotés soit par des syndicats intercommunaux et contrôlés par l'État (DDE), soit par des communes ou par des privés en direct. Ces travaux sont souvent effectués de façon assez drastique à l'aide de pelleteuses ou de pelles-pontons, et les boues sont parfois déposées sur les berges, induisant alors une dégradation notable des milieux. Une opération-test de désenvasement a toutefois été effectuée en février 2006 dans la Réserve naturelle de Boves [80] par le CSNP : suçage de 1 000 m³ soit 1 m sur 100 m² avec exportation des boues. L'objectif était de remettre en fonctionnement des sources artésiennes méso-oligotrophes envasées en fond d'étang. Un désenvasement d'étangs tourbeux à leucorrhines et utriculaires est également programmé par le CSNP à Liesse [02] pour la fin 2006 dans le cadre d'un contrat Natura 2000.



Bateau de curage-suçage et exportation des boues, Boves [80]



Ilots d'envasement du marais de Bourdon [80]

DÉSENVASEMENT DES PLANS D'EAU

Faut-il systématiquement curer les plans d'eau envasés ?

Dans les étangs tourbeux envasés, il est possible de procéder à un rajeunissement du milieu pour retrouver de la tourbe à nu et relancer ainsi les dynamiques de recolonisation du milieu.

Il convient cependant d'évaluer la valeur des milieux aquatiques et des espèces susceptibles de disparaître et de s'interroger sur le devenir de ces milieux : certains peuvent donner naissance à des milieux tourbeux tout aussi intéressants, pour peu que des radeaux de tourbe progressent sur les pièces d'eau qui s'envasent.

L'alimentation en eau du marais est particulièrement importante à considérer. Dans la Réserve Naturelle de Saint-Quentin [02], le curage des zones de source a généré les premières années une explosion d'habitats aquatiques remarquables, avec des espèces rares et menacées comme *Potamogeton coloratus*. Cependant cet effet a été de durée limitée : au bout de 5 ans, l'effet « rajeunissant » du curage s'est estompé et les problèmes d'eutrophisation et d'envasement ont repris le dessus, du fait des contacts directs avec la rivière Somme de mauvaise qualité.

Les fossés peuvent en outre jouer le rôle de drains importants pour les marais : leur curage risque d'accélérer le drainage naturel et d'accentuer le phénomène de battement de nappe.

Quels sont les impacts des curages sur le milieu ?

➲ Du fait de la brutalité de l'opération, des perturbations écologiques importantes sont à prévoir pendant les deux années suivant le chantier, en raison de l'évacuation des larves et des graines avec les boues, de la destruction partielle des herbiers, de la remise en suspension des vases (et éventuellement de polluants), etc. Certains odonates, comme l'agrion de mercure (*Coenagrion mercuriale*) ou la libellule fauve (*Libellula fulva*) sont sensibles à toute modification de leur biotope et donc aux travaux utilisant des engins mécaniques.

➲ Après les opérations de curage, si la lame d'eau est trop importante, les herbiers enracinés ne peuvent plus s'installer.

➲ Pendant les travaux, différentes nuisances sont possibles (bruit, possible dégradation paysagère, limitation de l'accès au site...).

Mise en œuvre des opérations de curage

Avant tous travaux, il est nécessaire de faire une évaluation de la quantité de déblais et de rechercher un lieu de dépôt (l'analyse chimique des boues est alors nécessaire).

Les opérations de désenvasement par voie de terre ont un impact sur les milieux naturels quelle que soit la période de l'année. Pour des raisons pratiques, elles sont généralement réalisées en période d'étiage (début août à la mi-octobre) quand le sol est suffisamment portant. Cela évite ainsi la période de reproduction des espèces printanières ou primo-estivales.

Pour le désenvasement par voie d'eau se pose le problème du tirant d'eau par rapport au matériel utilisé : la fin d'automne jusqu'au début d'été représente alors la meilleure période.

Précautions nécessaires

Différer les travaux de curage dans le temps et dans l'espace

Les curages ne doivent pas être entrepris en une seule fois sur tous les plans d'eau du secteur (au plus 1/3 de la surface en eau libre, ou curage de la moitié du plan d'eau en deux fois sur deux ans). Les diffé-

Des bactéries à l'étude contre l'envasement des étangs

Des tests de désenvasement par des bactéries consommatrices de matière organique, de nitrates et phosphates sont en cours par des communes et des propriétaires privés sur des étangs tourbeux en vallée de la Somme [80] depuis 2006. Une première expérience in situ avait mis en évidence l'efficacité du procédé et son coût avantageux (environ 1€/m³ de vase). Le manque de recul, notamment sur l'impact sur la faune et la flore remarquables des sites naturels, reste aujourd'hui problématique. Les expériences testées font actuellement l'objet de suivis sur les habitats, la flore et la faune.



Tête de la drague-suceuse utilisée pour le désenvasement de l'étang de Boves
Drague-suceuse équipée de tambours pour la stabiliser, de vérins hydrauliques pour avancer comme une araignée et de flotteurs quand les niveau d'eau le permettent, Condé sur l'Escaut [59]

Matériel utilisable

Types d'engins	Avantages et inconvénients
Pelle à chenilles et pelle-ponton	- Inadaptées aux sols peu portants - Ne permet pas d'accéder au cœur des plans d'eau - Inutilisable quand les sédiments sont trop liquides - Importante remise en suspension des sédiments
Pelle amphibie ou flottante	- Permet d'accéder au cœur des plans d'eau - Inutilisable quand les sédiments sont trop liquides - Importante remise en suspension des sédiments
Dragage au godet	- Un godet à clapet permet de comprimer les sédiments pour en chasser l'eau
Dragage au godet-pompe	- Capable de pomper aussi bien des limons compacts que des végétaux (roseaux, racines…)
Drague-suceuse	- Faible remise en suspension des sédiments - Fort prélèvement d'eau (un volume de sédiments pour trois volumes d'eau) - Impact très fort sur le patrimoine naturel (invertébrés aquatiques notamment) - Curage partiel impossible du fait de la fluidité des sédiments : les sédiments fluides restant s'étaleraient sur l'ensemble du plan d'eau - Adaptée aux sites à fort enjeu écologique (Grand'Mare du Marais Vernier [27], marais riverains de la baie de Somme, marais de Sacy-le-Grand [60], marais de la Canarderie [59]) - Intervention plus mesurée et plus sélective dans certains secteurs pour ne pas stériliser totalement la mare et sa flore

Curage en eau

Cette pratique est conseillée pour les milieux recelant des espèces mobiles intéressantes, pour lesquelles il existe des possibilités d'échappement (amphibiens, poissons, larves d'odonates). Cette technique permet des économies de vidange. Il est par contre difficile de modeler une ligne de fond et de n'enlever que ce qui est souhaitable. Une baisse progressive du niveau d'eau une semaine à quinze jours avant le chantier peut être une solution pour permettre l'échappement des animaux et l'obtention d'une ligne d'eau suffisamment basse pour pouvoir s'en servir de référence pour le reprofilage longitudinal.

Curage à sec

Il convient de se rapprocher du CSP pour un cadrage de la méthode et des Fédérations départementales des pêcheurs pour un soutien technique. Ces travaux doivent être réalisés en période de bascule de température, au moment où les espèces mobiles peuvent fuir : début du printemps ou fin d'automne. En période froide, de tels travaux sont préjudiciables aux espèces animales enfouies.

Ce curage n'est pas adapté à des tourbières dont la tourbe risque de se minéraliser

rents plans d'eau seront curés par rotation et, s'ils sont connectés entre eux, en travaillant de l'aval vers l'amont. Une fréquence d'intervention de 5 à 10 ans permet d'étaler au maximum dans le temps les perturbations engendrées sur les milieux aquatiques d'un même site. Sur un même plan d'eau, on peut aussi prévoir une rotation où les zones sont laissées à leur dynamique après un curage plus poussé (herbier aquatique, cariçaie sur vase molle puis sur vase stabilisée jusqu'au stade de la roselière).

Limiter le curage aux couches très superficielles

Seule la vase sera extraite : le niveau tourbeux ne doit pas être surcreusé, car il contient dans sa partie supérieure les graines et les oospores indispensables à l'ensemencement des biotopes. Il faut également prendre soin de ne pas racler les berges, ou alors très superficiellement, et surtout en formant des pentes douces, juste pour faire affleurer légèrement la tourbe. La possibilité de stocker les characées pendant le curage peut être étudiée.

Préserver des îlots de végétation et des zones envasées

Pour ce faire, il est commode de délimiter ces zones sur le terrain avant les travaux. Des zones d'envasement peuvent être laissées dans les parties les moins fréquentées des marais. Les zones de vases molles où se développent des cariçaies, sur d'anciens îlots arasés ou en périphérie de roselières, sont très prisées par les canards de surfaces qui s'y nourrissent

Somme Satege

Résultats d'analyse des boues

Origine des boues:
- Curage de cours d'eau

Echantillon:

Date échantillon: 01/12/2004 — Laboratoire: AGREN
N° Lot de Boue: 80002-04-0001 — Particularité échantillon:
Réf SATEGE: 04106 — Echantillon moyen prélevé sur l'étang St Ladre à Boves

Valeur Agronomique:

Teneur en Matière sèche: 11,86 % soit 118,6 kg/t brute de produit
pH 7,10
Rapport C/N: 10,60

Composition en % de la matière sèche: | soit en kg/t brute de produit:

Matières Organiques (MO):	19,14 %	MO:	22,7 kg/t
Azote total Kjeldahl (NTK):	0,90 %	NTK:	1,1 kg/t
Azote ammoniacal (NH4)	0,01 %	NH4:	0,0 kg/t
Phosphore total (P2O5):	0,13 %	P2O5:	0,2 kg/t
Potassium total (K2O):	0,05 %	K2O:	0,1 kg/t
Calcium total (CaO):	25,08 %	CaO:	29,8 kg/t
Magnésium total (MgO):	0,24 %	MgO:	0,3 kg/t

Apport Hectare:
Dose préconnisée: t ou m3/ha
MS: kg
MO: kg Humus kg
Azote
NTK: kg
NH4: kg
disponible la 1ère année kg (kg/m3)
Phosphore
P2O5: kg
disponible la 1ère année kg (kg/m3)
K2O: kg
CaO: kg
MgO: kg

Teneur en ETM et CTO:

Eléments Traces Métalliques (en mg/kg MS)

	Cadmium	Chrome	Cuivre	Mercure	Nickel	Plomb	Sélénium	Zinc	CrCuNiZn
Valeur Limite	10	1000	1000	10	200	800	100	3000	4000
Résultat	0,50	8,93	12,72	0,30	9,33	13,61		81,45	112,43
Analyse précédente									

Composés traces organiques (en mg/kg MS)

	Fluoranthène:	Benzo(b)fluoranthène	Benzo(a)pyrène:	Total des 7 principaux PCB:
Valeur Limite	5	2,5	2	0,8
Résultat	0,29	0,04	0,08	0,042
Analyse précédente				

Teneur en Oligo éléments:

	Bore	Cobalt	Fer	Manganèse	Molybdène
Résultat					
	mg/kg MS	mg/kg MS	g/kg MS	mg/kg MS	mg/kg MS

Commentaires:

Cet échantillon moyen est conforme aux valeurs limites définies dans l'arrêté du 8/01/98 pour l'épandages de boues de station d'épurations urbaines. Les sédiments issus du curage pourront donc être épandus. La dose d'épandage n'est pas préconisée ici,
car la valeur agronomique évoluera lors du ressuyage des sédiments stockés. Il faudra donc faire une nouvelle analyse de la valeur agronomique. Boues très minéralisées, intérêt calcique, faible intérêt pour l'azote le phosphore et la matière organique.

CHAMBRE D'AGRICULTURE DE LA SOMME
Le Satege est un service de la Chambre d'Agriculture de la Somme créé en partenariat avec l'Agence de l'Eau Artois Picardie et reconnu par convention par le préfet
19, bis rue Alexandre Dumas - 80096 AMIENS cedex 3 • Tél. : 03 22 33 69 00 - Fax : 03 22 33 69 29 • E-mail : accueil@somme.chambagri.fr

Analyse des boues extraites dans l'étang de Boves [80] - Source CSNP 2006



Travaux de curage à la baguernette dans l'Audomarois [62]

voire y nichent. Les vases molles peuvent aussi accueillir des plantes menacées telles que la ciguë vireuse (*Cicuta virosa*). Les cariçaies sont des stades transitoires et doivent donc être entretenus (fauche tous les 2 à 4 ans).

Éviter de déposer les boues sur les berges

Dans la très grande majorité des cas, en particulier pour les travaux effectués en régie par les communes et les propriétaires privés, les boues sont déposées sur les berges. Des centaines de kilomètres de berges d'étangs tourbeux ont ainsi été traitées et dégradées depuis les années 1960 dans la vallée de la Somme et de ses affluents. Les grandes roselières (phragmitaies inondées) autrefois très favorables aux butor étoilé, rousserolle turdoïde, busard des roseaux, anatidés, etc. ont ainsi été déconnectées des inondations et se sont atterris d'autant plus vite.

Le dépôt des vases sur les berges entraîne des dégradations très marquées :

- prolifération des nitrophytes des remblais (orties, ronces, mégaphorbiaies nitrophiles) puis des fourrés de saules, parfois accompagnés d'arbres à papillons ;
- exhaussement des rives empêchant l'inondation des berges et des îles.

Il faut donc exporter les boues (voir paragraphe suivant).

DÉSENVASEMENT DES FOSSÉS ET COURS D'EAU

Les deux principes de base à respecter sont d'enlever uniquement la vase (principe 'du vieux fond-vieux bord') :

- sans surcreuser (sans attaquer l'horizon sous-jacent),
- sans reprofiler les berges sauf pour adoucir les pentes.

Précautions nécessaires lors du curage des cours d'eau

- Exporter les produits du curage afin d'éviter la création et le développement d'un bourrelet très enrichi et perturbé sur les berges. Ce bourrelet a également comme incidence de limiter la fréquence des débordements et d'accélérer les vitesses découlements.

➲ Conserver des îlots de végétation sur les berges, pour améliorer le processus de recolonisation du milieu.

➲ Si nécessaire, le séchage des dépôts (si la qualité le permet) sera réalisé sur les zones les moins sensibles des berges ; les encombrants et les détritus seront séparés des sédiments à la pelle mécanique avant évacuation.

Fréquence de l'opération

En moyenne, les opérations de curage peuvent être réalisées tous les 5 à 20 ans, le rythme devant en être adapté à la sensibilité écologique du milieu. A chaque fois, une analyse critique des besoins de curage doit être opérée. Il importe d'éviter de « curer pour curer ».
Annuellement, des opérations manuelles peuvent être programmées ponctuellement : désherbage manuel, débroussaillage sur les parois du fossé, élimination des embâcles ou faucardage de la végétation aquatique (deux fois par an si nécessaire).
Dans le Nord-Pas de Calais, un curage doux à la baguernette (outil traditionnel de l'Audomarois) est parfois réalisé pour entretenir régulièrement les fossés. L'outil (une sorte de grande épuisette pouvant extraire jusqu'à 25 kg de vase) permet des interventions très ciblées et perturbe peu le milieu. Les produits doivent être exportés dès que les volumes deviennent importants.

DEVENIR DES SÉDIMENTS EXTRAITS

L'évacuation de la matière extraite est recommandée lorsque le volume est important et l'étalage en bordure du plan d'eau est à éviter. La qualité des sédiments doit être analysée afin de prévoir leur devenir. Deux modes de prélèvement existent : le carottage, pour identifier des couches de dépôt, et le prélèvement à la benne à sédiments si les sédiments sont trop fluides.

Nature des sédiments

Analyse chimique

➲ L'analyse porte sur les métaux lourds (évaluation de la contamination), l'azote, le phosphore et le carbone. La présence d'une contamination (souvent aux métaux lourds) nécessite de prévoir des mesures de confinement des sédiments.

➲ Elle permet de savoir si les sédiments peuvent être valorisés (en les comparant aux normes françaises relatives à l'épandage agricole). Des analyses plus poussées permettent d'évaluer la part de matière organique et le degré de minéralisation. (Cf. feuille d'analyse en page précédente)

Texture des sédiments

➲ Elle doit être également analysée pour envisager le traitement des boues.

➲ L'opération de désenvasement peut conduire à évacuer 90 % d'eau pour seulement 10 % de vase compacte lorsque les sédiments ne se déposent pas au fond du plan d'eau et restent en suspension dans l'eau. Cela nécessite de prévoir d'importantes superficies d'épandage ou d'importants volumes de stockage. Une solution pourrait être d'"essorer" ces sédiments afin de réduire le volume à évacuer par des techniques physiques (type centrifugation ou pressage) ou chimiques. Dans ce dernier cas, il faudra bien examiner l'impact des produits utilisés.

D'une manière générale, les boues de curage ne doivent pas être stockées sur les rives les plus riches biologiquement. Pour des curages de petite ampleur, il convient de déterminer certaines zones en périphérie de la zone curée où les boues de curage peuvent être stockées sans dommage pour le milieu. Mais, la plupart du temps, les volumes sont trop importants et la totalité des boues doit être exportée.

Divers scénarios sont alors envisageables :

➲ régalage sur des zones déjà très dégradées comme des peupleraies très eutrophes ;

➲ valorisation agricole (en tant que fertilisant, même si les teneurs en éléments nutritifs ne sont pas très élevées) : elle dépend de la qualité des boues et des partenariats possibles avec la profession agricole ;

➲ utilisation d'une partie des matériaux (si leur qualité le permet) pour reprofiler les berges en pente douce ou pour d'autres travaux de terrassement (création d'îlots, de hauts-fonds) permettant de limiter les coûts d'exportation et de stockage ;

➲ stockage dans un bassin de décantation à implanter en dehors des zones remarquables et qui nécessite différents équipements (membrane, clôture de sécurisation, surveillance et sécurisation du bassin) ;



Bassin de décantation, désenvasement de l'étang de Boves [80]

➲ traitement ;

➲ épandage ou stockage sur le terrain d'un tiers ou sur un terrain public, temporairement le temps du ressuyage des sédiments.

Les modalités de transport vers le lieu de stockage ou d'épandage dépendent de la distance à parcourir, de la facilité d'accès au plan d'eau, de la portance du sol… L'utilisation d'un transporteur à chenilles semble bien convenir à ce genre de travaux. Des engins plus classiques (tracteur et remorque) peuvent être utilisés en dehors des marais dès que les sols ne sont plus sensibles au tassement.

ÉVALUATION DES COÛTS DE DÉSENVASEMENT

Les coûts de désenvasement avec exportation sont très élevés, atteignant souvent la centaine de milliers d'euros pour quelques hectares de plans d'eau peu accessibles, ce qui limite leur réalisation sur des grandes surfaces. Cela a généralisé les pratiques de désenvasement avec dépôts directs sur les berges, 4 à 5 fois moins chers mais très destructeurs.

ASPECTS RÉGLEMENTAIRES LIÉS AUX OPÉRATIONS DE CURAGE

La nouvelle Loi sur l'eau de 2007 a refondu le régime du curage (renommé entretien des cours d'eau) par des dispositions allant dans le sens d'une plus grande prise en compte des milieux aquatiques (Art. L. 215-14 et suivants du Code de l'environnement). L'entretien régulier, à la charge du propriétaire riverain, a pour objet de maintenir le cours d'eau dans son profil d'équi-



Diverticule envasé de la Grand'Mare, marais Vernier [27]



Diverticule de la Grand'Mare après curage, marais Vernier [27]

libre, de permettre l'écoulement naturel des eaux et de contribuer à son bon état écologique ou, le cas échéant, à son bon potentiel écologique, notamment par enlèvement des embâcles, débris et atterrissements, flottants ou non, par élagage ou recépage de la végétation des rives. Un plan de gestion établi à l'échelle d'une unité hydrographique cohérente est prévu. Il fera l'objet d'une autorisation quinquennale. Ensuite, annuellement, un simple rapprochement du gestionnaire avec le service chargé de la police de l'eau sera suffisant pour caler les interventions annuelles. Ce plan de gestion pourra faire l'objet d'adaptations, notamment pour prendre en compte des interventions ponctuelles non prévisibles rendues nécessaires à la suite d'une crue ou de tout autre événement naturel majeur.

Le décret du 29 mars 1993 de la Loi sur l'eau (dit Nomenclature sur l'eau) constitue une grille à multiples entrées du régime de police dans laquelle s'inscrit toute opération ayant un impact sur la ressource en eau.

Le curage de cours d'eau et canaux est soumis à autorisation si le volume de sédiments extrait dans l'année est supérieur à 2000 m³. En dessous de ce seuil, une autorisation est également nécessaire lorsque la teneur des sédiments est supérieure à un niveau de référence des polluants (Arrêté du 9 août 2006) et une déclaration si cette teneur est inférieure au niveau de référence.

Ne sont pas soumis à cette disposition le curage « vieux fonds, vieux bords » et les opérations de maintien et du rétablissement des caractéristiques des chenaux de navigations. Les dragages (rubr. 4130) et l'entretien des ouvrages hydrauliques sont soumis à des dispositions spécifiques (rubr. 4.1.3.0. et 2.1.5.0.). Selon les techniques retenues pour l'évacuation des produits décantés, les démarches administratives peuvent varier : simple déclaration, demande d'autorisation ou enquête publique peuvent être nécessaires. Le temps de préparation de telles opérations peut s'avérer long (parfois plusieurs années) pour mener à bien toutes les démarches administratives, de concertation et de publicité (devoir d'information du public). L'autorisation de curage est donnée pour une durée maximale de 10 ans et doit prendre en compte les éventuels sous-produits et leur devenir.

Les SDAGE et les SAGE constituent des outils juridiques qui peuvent fixer des prescriptions à suivre pour les opérations de curage et le devenir des boues.

Ces différentes données sont à confirmer et/ou à compléter auprès des organismes compétents (Agences de l'Eau, DIREN, MISE).

Suivi et évaluation des résultats des opérations de curage

Les indicateurs de réussite (à court, moyen et long termes) concernent :

- le patrimoine naturel (suivi phytosociologique de la recolonisation végétale après curage, répartition des herbiers aquatiques d'intérêt patrimonial, utilisation des étangs par les odonates, etc.) ;
- les éléments paysagers (retour d'informations positives de la part du public fréquentant le marais) ;
- la qualité de l'eau (amélioration des paramètres physico-chimiques) ;
- le fonctionnement hydraulique.

BIBLIOGRAPHIE

ADREE, à paraître / ALFA, ?? / BARDET O., HAUGUEL J.C. (CSNP), 2002 / BOURNÉRIAS M., SAJALOLI B., SIMON L., ARNOULD P., GREGOIRE F. & WICHEREK S., 1997 / Chambre d'Agriculture du Pas de Calais, 1996 / CSNP, 1999-2000 / GAUVIN D., 2003 / GIRAUD P., 2005 / INRA & Cemagref, 2006 / ISL, Aqualis, Xavière Hardy, 2001 / LECOMTE T., 2002 / PNR des Caps et Marais d'Opale, 2003 / RAMADE, F. 1993 / SOLAGRO, 2000 / SOLTNER D., 2001 / Y. LE BISSONNAIS, J. THORETTE, C. BARDET, J. DAROUSSIN, 2002.

Coûts des travaux réalisés sur la RN de St Ladre [80]	
Aménagement des bassins de décantations	3 600 €/ha
Amenée de la drague-suceuse et pose des tuyaux pour rejoindre le bassin de décantation	1 800 €
Extraction à la suceuse d'environ 1000 m³	18 000 € (soit 18 €/m³)
Restauration des prairies après au moins une année de décantation des boues	3 600 €

Autres coûts de curages réalisés dans le bassin parisien	
Curage et reprofilage de 200 m de berges d'un étang	10 000 € (soit 50 €/m)
Curage par succion d'un étang et de fossés (1,5 ha)	16 000 €
Curage à la pelle à chenille d'un linéaire avec exportation des matériaux	7,3 à 14,3 €/m³

Limitation mécanique des ligneux

Sous nos climats, le comblement et le boisement progressifs des tourbières et des marais alcalins correspondent à des phénomènes naturels d'évolution des milieux. Cependant, l'abandon des pratiques sylvo-pastorales traditionnelles et le développement de certaines activités humaines (drainage, lutte contre les inondations qui permettaient un rajeunissement des milieux, plantation de peupliers…) accélèrent ces phénomènes.

L'évolution de la végétation est rapide et peut conduire à un boisement total de la zone humide en quelques dizaines d'années. Différentes espèces ligneuses se succèdent. Des stades arbustifs à saules et à bourdaines cèdent la place à des peuplements plus fermés de saules, d'aulnes, de frênes ou de bouleaux au fur et à mesure que le sol s'assèche. Les saulaies, composées essentiellement de saules cendrés (*Salix cinerea*) et de saules à oreillettes (*Salix aurita*) et de tous leurs hybrides, sont très dynamiques, leur pouvoir colonisateur augmentant avec la fermeture du milieu. La bourdaine (*Frangula alnus*) colonise également l'espace de manière exponentielle.

Dans le bassin parisien, nombreux sont les exemples de marais entretenus et maintenus ouverts après la seconde guerre mondiale et qui sont aujourd'hui complètement boisés. Tourbières et marais se raréfient et les paysages qui y étaient associés disparaissent. Les gestionnaires se retrouvent alors souvent démunis pour limiter la progression des ligneux et se heurtent à des problèmes récurrents.



La bourdaine, une espèce ligneuse très dynamique qui colonise les marais

Objectifs de limitation des ligneux

Le contrôle des ligneux peut répondre à deux objectifs :

➲ remettre en état un site dont les conditions écologiques permettent le maintien d'un stade ouvert, par une gestion adéquate (pâturage, fauche d'entretien, gestion des niveaux d'eau…),

➲ entretenir un site : principalement par une élimination régulière des jeunes arbres et arbustes.

Dans la pratique, le gestionnaire se voit souvent contraint pour des raisons techniques et financières à limiter ses actions à certains secteurs, notamment pour préserver des habitats et des espèces patrimoniaux.

Difficultés d'interventions pour limiter les ligneux

➲ Intervention complexe sur les tremblants. Le pâturage et la mécanisation ne sont pas toujours envisageables ;

➲ Risque d'exondation et de minéralisation des horizons supérieurs après retrait des ligneux sur un tremblant (le poids

Impacts du développement des ligneux sur les milieux tourbeux

Le développement des ligneux dans les tourbières et marais peut avoir des conséquences plus ou moins importantes sur leur fonctionnement hydraulique, leur biodiversité et les paysages qu'ils peuvent offrir.

Modification du milieu et évolution des cortèges floristiques et faunistiques

Par assèchement et minéralisation de la tourbe, expliqués par :

- la perturbation du fonctionnement hydrologique, du fait de l'interception des précipitations par le feuillage des arbres et arbustes, leur évapotranspiration et leurs prélèvements hydriques,

- l'assèchement de surface qui en découle, favorisant à son tour le développement des ligneux et la minéralisation de la tourbe.

Par enrichissement du sol et modification des conditions micro-climatiques, dus à :

- la décomposition des feuilles tombées au sol,

- l'ombrage, qui induit une modification de la flore par de nouvelles conditions de température, d'humidité de l'air, de conductibilité thermique du sol…

>>> Ces transformations ralentissent ou stoppent des processus de turbification et entraînent une disparition de certaines espèces inféodées aux milieux tourbeux.

Modification des paysages traditionnels par fermeture des milieux ouverts

La fermeture des milieux est rapide par la dissémination des diaspores, qui accélère l'apparition du stade forestier. Les graines de saules et de bouleaux sont transportées par le vent sur plusieurs kilomètres, les akènes d'aulnes par le vent ou l'eau, les fruits de la bourdaine par les oiseaux et les samares de frêne par le vent.

supprimé peut entraîner une remontée du tremblant) ;

➲ Difficulté de la gestion des rejets de souches de saules et de bourdaines ;

➲ Risques liés aux effets secondaires des produits phytosanitaires appliqués en zone humide pour dévitaliser les souches ;

➲ Gestion par le feu de milieux tourbeux aux effets mal connus, son usage restant expérimental ;

➲ Coût très important des travaux mécaniques dès qu'on travaille sur de grandes surfaces. L'acquisition d'engins ne peut être amortie par le seul usage sur un petit site ;

➲ Débouchés limités pour les produits : malgré la forte productivité de ces milieux, les essences ont une faible valeur calorifique et donc une faible valeur marchande (bien inférieure aux coûts d'exploitation, d'autant plus que les coupes à blanc sont peu souhaitables sur ce genre de milieu).

Si la volonté d'ouvrir des milieux pour maintenir ou restaurer certains habitats des tourbières et des marais semble justifiée, lutter contre la dynamique de la végétation ligneuse peut parfois s'avérer vain. Avant de se lancer tête baissée dans des travaux parfois très coûteux, il convient de bien évaluer les possibilités de réussite des opérations. De nombreuses tentatives d'éradication de saules, notamment, se sont soldées par un échec, leur capacité à rejeter n'ayant pas été suffisamment prise en compte. Le fonctionnement hydraulique doit également être étudié : un assèchement trop avancé ne permettra pas d'éradiquer les ligneux sans y mettre régulièrement des moyens importants.



5 ans après l'exploitation des ligneux, la portance du sol s'améliore du fait du développement de la végétation au sol, marais de Roussent [62]

Intérêt du maintien des boisements

Il convient de rappeler que le maintien des ligneux permet une juxtaposition de milieux ouverts, arbustifs et arborés favorable notamment à une diversité importante d'espèces (classiquement insectes, oiseaux, mousses, etc.). Les processus de colonisation des ligneux favorisent la présence d'espèces typiques des sous-bois et milieux buissonnants qui abritent également des espèces rares, notamment certaines sphaignes et certains champignons inféodés aux saulaies : *Psathyrella lutensis, Alnicola salicis, Hebeloma pusillum, Inocybe squarrosa, Lactarius lacunarum*, etc.

Les peuplements forestiers jouent également un rôle important pour le stockage du carbone, la régulation des crues, la limitation de l'érosion, le filtrage des pollutions et du bruit…

Techniques d'intervention

Choix de la période d'intervention

Les travaux de déboisement doivent éviter :

- les périodes sensibles du cycle de reproduction des espèces animales (nidification des oiseaux, ponte des batraciens),
- la phase de libération des graines des espèces indésirables (surtout en cas d'arrachage laissant la tourbe à nu),
- les périodes de l'année où les sols sont insuffisamment portants,
- les périodes compatibles avec les autres usagers d'espaces naturels (avant la période de chasse par exemple).

Pour limiter la déstructuration du sol, l'arrachage doit être réalisé préférentiellement en fin d'été, lorsque le niveau de la nappe est au plus bas ou en hiver pendant une période de gelées. L'arrachage est plus difficile mais le sol, plus structuré, est beaucoup moins sensible. En revanche, les individus au système racinaire bien développé seront plus facilement arrachés quand le sol est gorgé d'eau.
La période la plus adaptée à l'exploitation de ligneux serait donc de novembre à février (période de sève descendante). Pour limiter la formation de rejets, des essais concluants ont été menés en juillet quand les arbres sont moins vigoureux (en fin de montée de sève).

Définition des zones concernées par les travaux

Déboiser est une opération qui modifie radicalement et instantanément les conditions de milieu (lumière, micro-climat, sol…). Pour compenser cet effet, il convient d'intervenir par rotation sur les surfaces à déboiser. Les coupes à blanc sont à éviter en général (sauf si la surface est faible ou si le site est englobé dans un vaste massif forestier). Quelques arbres isolés et des îlots forestiers seront conservés pour préserver les espèces qui y sont inféodées si de tels milieux ne sont pas présents à proximité. Les zones abritant des espèces remarquables doivent être délimitées avant le démarrage des travaux pour éviter le piétinement et le tassement.

Limitation des dégradations du sol

Les opérations de coupe ou d'arrachage des ligneux induisent une dégradation importante par piétinement ou passage répété des engins. Selon le matériel utilisé, il est possible de préserver le sol en disposant sur le parcours des engins des panneaux de bois ou des plaques métalliques (tôle ondulée). Pour les risques de dégradation les plus importants (engins les plus lourds comme le porteur), l'engin peut déposer les arbres arrachés et s'en servir comme support pour poursuivre son parcours.



Boulaie tourbeuse à sphaignes, habitat d'intérêt communautaire prioritaire, Faumont [59]

Avant de chercher à lutter contre les ligneux, il est impératif d'analyser:
- les causes de leur expansion (arrêt des pratiques sylvo-pastorales, présence de semenciers, modification de l'alimentation en eau, arrêt des perturbations naturelles…). Si les conditions favorisent les ligneux, il y a de fortes chances pour qu'ils se développent à nouveau rapidement après un déboisement ;
- l'intérêt patrimonial des peuplements susceptibles de s'étendre et celui des milieux que l'on cherche à restaurer ;
- les moyens à mettre en œuvre et leur pertinence aux vues des priorités de gestion.
Se pose ici la question du « gain écologique » réel par rapport au coût des opérations.
- La possibilité de gérer les repousses par un pâturage et/ou une fauche.



Essouchage mécanique, Belloy-sur-Somme [80]

Matériel et techniques : avantages et inconvénients

Différentes techniques existent, présentant chacune des avantages et des inconvénients

Méthodes	Avantages	Inconvénients
Arrachage manuel	- particulièrement adapté pour le contrôle d'espèces rejetant vigoureusement de souche - adapté aux opérations ponctuelles, notamment pour éliminer les jeunes pousses - entraîne une diversification des milieux (création d'une cuvette avec mise à nu de la tourbe) - "arrachage annuel" : interventions possible sur les sols peu portants	- travail laborieux - sur de grandes superficies, peut dégrader le sol par piétinement - le remaniement du sol peut, par la mise à jour des banques de graine, entraîner une véritable explosion de semis d'espèces ligneuses indésirables
Arrachage mécanique	- excellents résultats par rapport à la coupe - particulièrement adapté pour le contrôle d'espèces rejetant vigoureusement de souche - adapté aux opérations ponctuelles pour des tiges de plus de 5 cm de diamètre avec un taux de recouvrement des ligneux inférieur à 50% - entraîne une diversification des milieux (création d'une cuvette avec mise à nu de la tourbe)	- ne peut être appliqué sur de grandes surfaces (plus de 3 à 4 ha) : perturbation du milieu -mise enœuvre technique plus compliquée que les autres techniques - risque de tassement important - à proscrire lorsque l'épaisseur de tourbe est trop fine ou sur des sols trop peu portants - le remaniement du sol peut, par la mise à jour des banques de graine, entraîner une véritable explosion de semis d'espèces ligneuses indésirables - produit de grands volumes de bois - les souches peuvent être exportées ou retournées et laissées sur place (pour limiter les coûts)

Méthodes	Avantages	Inconvénients
Coupe	- coupe de la souche à ras du sol lorsque les espèces ne rejettent pas de souche - n'induit pas de dégradation directe sur le milieu	- inadaptée dans le cas d'essences rejetant vigoureusement de souche - gestion d'éventuels rejets nécessaire (dévitalisation des souches) - demande beaucoup de temps et de main-d'œuvre - génère de grandes quantités de bois - nuisances sonores pour les débroussailleuses et tronçonneuses (les oiseaux notamment semblent cependant s'habituer à la présence humaine si elle reste concentrée sur un secteur)
Broyage	- adapté aux ligneux de 5 à 18 cm de diamètre avec un taux de recouvrement des ligneux inférieur à 50% - peut réduire la vitalité des rejets	- accélère le phénomène d'atterrissement du milieu lorsque les copeaux sont laissés sur place
Cerclage (écorçage)	- faible coût - crée des habitats intéressants pour la faune - pas de modifications brutales avec une mise en lumière progressive du sous-bois au fur et à mesure que l'arbre dépérit - pas de rémanents	- risque de rejets des saules - laborieux - gêne occasionnée par les arbres morts pour d'éventuels travaux de fauche ultérieurs : nécessite alors d'exploiter les arbres morts
Ennoiement	- ne nécessite pas de travaux	- souvent difficile à mettre en oeuvre - efficacité difficilement prévisible - gêne occasionnée par les arbres morts pour d'éventuels travaux de fauche ultérieurs : nécessite alors d'exploiter les arbres morts
Feu	- faible coût	- impact mal connu - risque de propagation du feu - nécessite une autorisation préfectorale dans certains départements
Utilisation de phytocides	- intervention ciblée : dévitalisation des souches ou des arbres sur pied - faible coût	- emploi délicat en zone humide (effets à long terme encore insuffisamment connus) - incompatible avec l'éthique de protection de la nature - ne pas utiliser sur de grandes surfaces (plus de 1 ha) ou pour des trop faibles diamètres - efficacité variable selon la saison, les espèces, le produit…



Plaques permettant à la pelleteuse de se déplacer sur le sol tourbeux peu portant, Belloy-sur-Somme [80]

Matériel existant pour l'arrachage mécanique

• « Tire-fort » (système de treuillage manuel) ou treuil hydraulique (monté sur un tracteur ou un 4x4 qui peuvent rester à l'extérieur de la zone sensible), pour les souches les plus petites. Les arbres et arbustes à arracher sont saisis à leur base et tirés horizontalement. Les racines traçantes sont difficiles à extraire par une traction latérale et doivent fréquemment être coupées et laissées sur place, ce qui peut entraîner des rejets (notamment pour les saules).

• Pelle hydraulique ou micro-pelle (plus légère mais moins puissante), équipées de chenilles larges ou de pneus basse pres-

sion pour limiter les risques de tassement du sol. Les arbres et les souches sont arrachés avec le godet.

• Porteur (engin forestier spécialisé), pour les arbres de plusieurs dizaines de centimètres de diamètre. L'arrachage, rapide, se fait par une pince à fortes mâchoires montée sur un bras hydraulique.

En règle générale, les niveaux d'eau doivent être suffisants par la suite, pour éviter le déclenchement ou l'accélération du processus de reminéralisation de la tourbe par l'opération, qui remet le substrat à nu.

Les espèces envahissant les marais alcalins rejettent souvent vigoureusement de souche. Une simple coupe peut alors conduire à des états de boisement plus importants encore qu'avant intervention. La gestion des rejets (par coupe, fauche, pâturage…) est donc à programmer impérativement pour les années suivant la coupe.



Abattage de saules

Coupe, débroussaillage et gestion des rejets de souche

Pour limiter les rejets, il est possible :

➲ de dévitaliser les souches restées sur place,

➲ de maîtriser les rejets par le pâturage ou par la méthode du tire-sève.

À noter qu'une coupe au plus près du sol peut permettre à certains végétaux, notamment aux sphaignes, de se développer ultérieurement sur les souches. Certaines souches peuvent néanmoins remonter par effet hydrostatique, rendant la coupe à ras impossible.

Dévitalisation des souches

➲ par la réalisation d'entailles sur la souche et les racines ;

➲ avec un disque à fraiser, muni de dents ou de couteaux. Différents outils sont disponibles, les plus gros permettant de déchiqueter la souche sous le niveau du sol. La souche peut alors être recouverte de tourbe prélevée sur le site ;

➲ à l'aide de produits chimiques par application en surface au pinceau ou en introduisant les produits au cœur des tissus par forage des souches (en « sève descendante » en début d'été). Généralement efficace mais dangereux (rémanence et diffusion des produits dans l'eau) et difficile à mettre en œuvre sur des petits diamètres et pour des fortes densités ;

➲ par brûlage de la souche (au chalumeau) ;

➲ par scarification en croix à la tronçonneuse avec perçage profond ;

➲ par recouvrement de la souche par une bâche noire résistante (1 m² minimum) solidement fixée ;

➲ à l'aide de divers produits (non chimiques) à déposer au cœur de la souche (après percement à la perceuse) : gros sel, gousses d'ail… ;

➲ par ennoiement, après avoir coupé les arbres le plus ras possible.

Maîtrise des rejets

➲ Méthode du tire-sève. Il est préférable de couper les ligneux entre 0,5 et 1 mètre du sol : les rejets sont moins nombreux et plus faciles à gérer. Pour 'épuiser' la souche, il faut laisser chaque année quelques tire-sèves (des rejets) en diminuant leur nombre d'année en année. Cinq années sont généralement nécessaires. Les résultats dépendent notamment des niveaux d'eau. Cette technique a en outre un impact paysager négatif.

➲ Mise en place d'un pâturage. La mise en enclos de certaines zones peut être nécessaire pour obliger les animaux à pâturer les rejets. Les refus de pâturage doivent toutefois souvent être repris (débroussailleuse, broyeur). Dans le marais Vernier [27], des bouleaux ont été coupés hauts, puis couchés sur le sol. Les rejets ont alors été à la fois pâturés et piétinés par des Highland Cattle.

Broyage

C'est une méthode puissante et rapide pour couper les arbres dont le tronc est compris entre 5 et 18 cm. Les engins utilisés sont des gyrobroyeurs autoportés sur un tracteur. Les effets du gyrobroyage sont les mêmes que ceux de la fauche et du broyage et il fait l'objet des mêmes recommandations notamment pour les dates des travaux (fiche Fauche et broyage des herbacées). Par contre, il n'est pas toujours possible de récupérer les résidus – dont les impacts sont mal connus (risque d'atterrissement, modification des apports de matière organique…). La récolteuse à fléaux le permet en partie ; elle semble également suffisamment puissante pour déchiqueter les arbustes dont le diamètre des troncs est inférieur à 5 cm.

Cerclage (ou écorçage)

La méthode du cerclage des arbres consiste à retirer une bande d'écorce autour du tronc sur une dizaine de centimètres de hauteur et sur une profondeur suffisante (2 cm environ) pour que les échanges de



Dessouchage à l'aide d'un tire-fort, Villers sur Authie [80]



Tire-sèves de saules, Villers sur Authie [80]

sève élaborée entre les feuilles et les racines soient stoppés, entraînant la mort de l'arbre sur pied. Le cerclage doit être pratiqué de préférence après la fructification qui risquerait sinon d'être plus importante sous l'effet du stress.

Cette technique a été utilisée dans la réserve des Grèves de Cheseaux (Suisse) dans le but de diversifier la structure des lisières en supprimant en bordure de marais des arbres de haute taille en les laissant mourir sur pied.

Ennoiement

L'ennoiement peut permettre d'éliminer des arbres sur pied et est particulièrement efficace pour limiter les rejets de souche (l'eau pénètre par la section de coupe et fait pourrir la souche). Selon les espèces, la durée d'immersion nécessaire est variable.

Utilisation de produits chimiques

L'utilisation de phytocides en milieux tourbeux est délicate et pose un problème d'image vis-à-vis de leur utilisation en milieu naturel. Les gestionnaires sont généralement peu favorables à l'utilisation de ces produits. Leurs impacts à long terme sur la faune, la flore et la qualité de l'eau notamment sont mal connus. L'emploi de phytocides est réglementé et seuls les produits homologués pour les zones humides doivent être utilisés. La mise en œuvre ne peut se faire, pour les travaux confiés à des tiers autres que le propriétaire, que sous la responsabilité de personnes ayant été agréées pour cela.

Les phytocides peuvent être utilisés pour les arbres sur pied par le biais d'incision ou de forages réalisés à travers l'écorce. Ils doivent être réalisés près du sol, régulièrement autour du collet et assez profondément pour atteindre le cambium. Les cristaux purs peuvent être introduits dans les forages avant que les orifices ne soient rebouchés (bouchon de bois, mastic, argile…). Un second traitement est parfois nécessaire.

Afin d'éviter les rejets de souche après exploitation, des produits dévitalisants peuvent être utilisés : glyphosate, sulfamate d'ammonium ou triclopyr. Pour que leur action soit efficace, ces produits doivent être appliqués en période de repos végétatif (de septembre à mars), si possible en automne ou en début d'été, en période de sève descendante pour une meilleure diffusion du produit dans le système racinaire. Ils doivent être utilisés impérativement sur des souches fraîches, par temps sec uniquement et après trois jours de beau temps consécutifs, pour éviter les risques de lessivage des produits. L'idéal serait de ne pas séparer l'opération de coupe et de celle du traitement chimique. Les souches doivent être badigeonnées au pinceau, en veillant à appliquer le produit sur toute leur surface. Pour faciliter la pénétration du produit, il est recommandé de pratiquer quelques encoches à la surface de la souche et sur les racines maîtresses. L'addition d'un colorant constitue un moyen simple pour suivre les souches qui auront été traitées. Des tests sur de petites



Grillage plastique déroulé sur le sol pour accéder aux tremblants à pieds sans s'enfoncer



Traitement des souches de saules au Garlon Inov avec colorant, marais de Roussent [62]

zones sont indispensables avant d'appliquer cette méthode sur de plus grandes surfaces.

Remarque : Le Narvic (sulfate d'ammonium) est visiblement plus efficace que le Garlon Inov (repousse des rejets même après plusieurs coupes successives des rejets).

Devenir des rémanents

Il est généralement admis que, sur les tourbières acides, l'export des rémanents est souhaitable car la décomposition du bois et de la litière (feuilles et petites branches) pourrait enrichir le sol. Toutefois, l'impact de l'abandon des rémanents sur des tourbières alcalines est mal connu : atterrissement, modification des apports de matière organique... Les coûts de traitement des rémanents peuvent parfois décourager le gestionnaire d'entreprendre toute intervention pour limiter les ligneux alors qu'il pourrait être envisagé de laisser les rémanents sur le site (ou sur une partie) et d'en évaluer l'impact.

Abandon sur le site

Les débris peuvent être abandonnés tels quels, en contact direct avec le sol et se décomposer ou se transformer progressivement en tourbe (selon les conditions hydriques et les volumes concernés).

Les rémanents peuvent également être rassemblés en tas ou en pile présentant des micro-habitats (pour les invertébrés, reptiles, amphibiens, petits mammifères et champignons). Leur implantation devra se limiter aux secteurs les moins sensibles, en marge des zones tourbeuses. Il semble plus intéressant :

- que ces piles de bois soient disposées en lisière de boisement (favorisant ainsi à la fois les espèces sciaphiles et héliophiles) ;
- qu'ils soient disposés en fagots serrés pour ménager des espaces de tailles variables ;
- qu'ils soient rassemblés en gros tas (plutôt que de multiplier les petits tas).



Rémanents d'exploitation, marais de Boves [80]

Brûlage

Le brûlage des rémanents en milieux tourbeux comporte des risques. Les feux de tourbe sont délicats à éteindre ; ils peuvent couver en profondeur durant des mois et réapparaître subitement en surface. Cependant, le brûlage reste certainement le moyen le plus simple et le plus économique pour éliminer les débris végétaux.
Il est nécessaire de respecter la réglementation (voir la fiche « Gestion par le feu »).
Le brûlage des matériaux peut s'effectuer suivant différentes techniques en fonction du terrain et du volume à brûler :

- pour des petits volumes, brûlage sur tôles ou dans des cuves métalliques isolées du sol (avec des parepaings) par une couche d'air suffisamment importante pour éviter la combustion de la tourbe, puis exportation des cendres ;
- création d'une place de feu dans une zone non sensible pour réaliser le brûlage directement sur le sol et évacuation régulière des cendres (le lessivage des cendres ne doit pas les amener dans la zone humide) ;
- mise en andains des rémanents et brûlage par un feu courant.

Précautions à prendre :

- éviter les périodes de sécheresse pour limiter les risques de mise à feu de la végétation environnante et du sol tourbeux (absence de vent, nappe affleurante, sol gelé…) ;
- brûler rapidement les rémanents après exploitation pour éviter l'installation éventuelle d'oiseaux, de petits mammifères, d'insectes… ;
- répartir sur le site plusieurs petits foyers, dans les secteurs les moins sensibles. Le feu, concentré en un seul foyer, risquerait d'être peu maîtrisable et le piétinement à ses abords risquerait d'être important ;
- créer des pare-feux de plusieurs mètres de large autour de la place à feu ;



Bâchage d'une souche, marais de Tirancourt [80]



Souche en cours de décomposition, marais de Tirancourt [80]

➲ surveiller chaque foyer une fois le feu amorcé et prévoir des moyens d'action (extincteur, pelles, pioches, branchage, téléphone…) ;

➲ dans le cas d'un départ de feu, creuser une petite tranchée autour du foyer, dans la tourbe, jusqu'à la nappe, pour isoler le feu et l'empêcher de s'étendre ;

➲ exporter les cendres pour éviter les risques d'atterrissement du milieu. Elles pourront être valorisées comme fertilisant pour le jardin. Les cheminements des engins doivent être matérialisés pour éviter les secteurs sensibles.

Utilisation directe sur le site ou autre valorisation des produits de coupe

Les petits troncs et les branches peuvent être utilisés comme pieux ou rondins, notamment pour la réalisation de clôtures, de seuils ou de fascines. Dans le marais de Saint-Gond [51], les chablis de la tempête de 1999 ont été offerts aux habitants désireux de venir les exploiter. En Picardie, les bois ont été offerts aux équipes qui ont abattu les arbres. Ils peuvent être mis à disposition d'autres personnes, mais cela nécessite de les stocker en « bord de route ». Au vu de la rapidité de croissance des espèces ligneuses des marais, une exploitation économique (notamment de l'aulne et du frêne) pourrait être une alternative pour valoriser certaines zones humides.

Broyage

L'utilisation d'un broyeur permet de réduire le volume des rémanents. Les broyeurs peuvent être tractés par des véhicules et acheminés sur les chantiers de déboisement. Certains peuvent également être montés sur les prises de force des tracteurs. Le diamètre maximum des matériaux broyés varie selon les modèles (jusqu'à 20 cm), mais les coûts d'investissement de ce type de matériel sont assez élevés. La dispersion des résidus est peu souhaitable, leur décomposition pouvant entraîner l'atterrissement du sol ; les résidus peuvent être valorisés. Ils peuvent être utilisés pour le chauffage, en compost en les mélangeant à la tourbe, comme matériau de consolidation de sentiers… Les taillis d'aulnes, de saules et de bouleaux qui envahissent la RNN des Mannevilles [27] sont par exemple transformés en plaquettes énergie-bois.



Broyeur forestier

Débardage

Les rémanents de petite taille (branchage, bûches) peuvent être évacués manuellement vers l'extérieur du site. Pour limiter les effets du piétinement, il est conseillé :

➲ de regrouper les matériaux sur des bâches ou des plaques de tôle ondulée qui seront ensuite tirées vers les points de dépôt provisoires ;

➲ de ne pas acheminer les rémanents vers un point de dépôt unique, mais au contraire de multiplier les aires de dépôt.

Les rémanents de grande taille (troncs, houppiers...), à moins qu'ils ne soient débités sur place, ne peuvent pas être évacués manuellement. Ces matériaux peuvent être tirés en dehors du site par un débardeur ou à l'aide d'un treuil monté sur un tracteur, ce qui présente des risques d'endommagement du sol. Des systèmes de traîneau ou de cuve exerçant une pression moindre sur le sol peuvent être utilisés pour limiter ce risque.

Différents systèmes existent, mais qui nécessitent alors la mise en place de moyens très lourds : hélitreuillage, téléphérage avec un câble porteur de plusieurs centaines de mètres de longueur, etc. D'autres moyens moins coûteux et plus simples existent cependant. Le débardage à cheval notamment permet des manœuvres de grande précision et s'avère particulièrement adapté aux sites naturels sensibles et/ou dont les accès sont difficiles. Le coût du débardage à cheval est bien supérieur à celui d'un débardage au treuil. Et le poids des grumes débardées peut être un facteur limitant mais la qualité du travail effectué est incomparable.

Aspects réglementaires

Le brûlage des rémanents doit respecter la réglementation (voir la fiche « Gestion par le feu »).



Brûlage des rémanents, grande tourbière de Marchiennes [59]

Évaluation des coûts

Les coûts engendrés pour limiter les ligneux sont très difficiles à évaluer et peuvent varier d'un rapport de 1 à 100. Il est en outre essentiel de prévoir précisément le coût de la gestion des ligneux à long terme, les opérations ne se réduisant jamais à une opération unique.

Les coûts dépendent:

➲ du prestataire (en régie, privé, association d'insertion, chantier bénévole…),

➲ du matériel,

➲ des conditions d'intervention (accessibilité, portance du sol…).

L'exportation représente par ailleurs la plus grande partie des coûts. Les coûts présentés ci-dessus sont donnés à titre d'exemple.



Débardage à cheval, Pierrepont [02]

Type d'opération	Site concerné et prestataire	Coût de l'opération
Elimination d'une saulaie avec retournement des souches	Entreprise spécialisée	22 000 €/ha
Elimination d'une saulaie avec exportation des souches et des rémanents	Entreprise spécialisée	58 000 €/ha
Déboisement de tremblants	?	12 000 €/ha
Essouchage de tremblants et d'un secteur de cladiaie	?	5 800 €/ha
Abattage de pins et bouleaux (entre 5 et 20 cm)	CPNRC, site de Nançay [18] par un professionnel	4 100 €/ha
Essouchage avec Bull râteau (taillis)	Tourbière de Vred [59]	450 €/ha
Essouchage avec pelle à chenilles	Tourbière de Vred [59]	50 € pour une souche de 1 m^3 150 € pour une souche de 3 m^3
Arrachage à pelle hydraulique de 4,5 ha de saulaie et broyage	Marais de Saint Gond [51]	10 000 € soit 2 200 € /ha
Broyage des souches avec microtracteur et gyrobroyeur	Tourbière de Vred [59]	120 €/ha
Ecorçage d'une lande humide à bouleaux (CPNRC)	Tourbière des Landes à Ménétréol-sur-Sauldre [18], par une association d'insertion	5 000 €/ha
Débardage à cheval, houppiers compris de pins et bouleaux	CPNRC, site de Nançay [18] par un professionnel	8 500 €/ha
Traitement des rejets suite au déboisement de saules et bouleaux	?	6 000 €/ha

Bibliographie

COGNET C., 1997 / DUMAS Y. et GAMA A., 1998 / DUPIEUX N., 1998 / ECOSPHERE, 1994 / PNR des Boucles de la Seine Normande, 2005 / S. MAILLIER & R. FRANCOIS, 2006.



Traîneau permettant de limiter les dégâts au sol

Pâturage extensif

Peu rentables et inadaptés à l'évolution rapide de la mécanisation des pratiques agricoles, les milieux tourbeux ont la plupart du temps été délaissés par le monde agricole au cours des dernières décennies. L'abandon des usages traditionnels, en particulier celui du pâturage extensif, a conduit ces milieux à un embroussaillement important induisant la disparition d'espèces animales et végétales spécifiques.

Le pâturage permet de reproduire le fonctionnement des écosystèmes primitifs antérieurs à l'apparition de l'homme éleveur. Les gestionnaires des espaces naturels ont ainsi souvent fait le choix d'un pâturage extensif d'animaux de races rustiques, en petit nombre, présents toute l'année sur l'espace à gérer, conduits en plein air intégral et recevant un minimum de fourrage en hiver et de soins vétérinaires.

Objectifs

Le pâturage répond classiquement à deux objectifs écologiques :

- la restauration de milieux dégradés (souvent associée à des travaux mécaniques). Elle consiste à appliquer des pressions importantes de pâturage sur de courtes périodes, afin d'éliminer une quantité importante de matières organiques ;

- la gestion de milieux. Il consiste à pratiquer de faibles pressions de pâturage afin de maintenir le milieu ouvert et limiter la dynamique d'enfrichement.

D'autres objectifs peuvent être visés :

- objectifs zootechniques, éthologiques ou scientifiques (étudier l'adaptabilité des animaux au milieu, leurs comportements sociaux, préserver une race locale en voie de disparition, etc.),
- objectifs économiques et professionnels (baisser les coûts de gestion, dégager un revenu grâce aux animaux, financer un emploi, etc.),
- objectifs sociaux et 'politiques' (faire perdurer une tradition locale pastorale, travailler avec des acteurs locaux, etc.).

Impact sur les habitats

L'augmentation de l'hétérogénéité du milieu (et donc de la biodiversité) constitue la principale caractéristique du pâturage, à la différencie de la fauche (effets combinés du broutage, du piétinement et de l'apport d'excréments). Elle se traduit par :

- la création de micro-biotopes. En créant une microtopographie par le broutage et le piétinement et en limitant les espèces compétitives, l'herbivore permet l'expression de nombreux groupements végétaux, selon un gradient hydrique ou autre.



Pâturage par des chevaux camarguais, marais Vernier [27]

Impacts du pâturage sur la végétation

Tendances constatées	Effets particuliers sur le milieu
Évolution de la composition floristique	- Limitation des espèces appétentes (phragmite, molinie), d'espèces méso-hygrophiles, de graminées… - Augmentation des espèces nitrophiles, hygrophiles, en rosette, celles refusées par le bétail ou tolérant une faible aération du sol
Ouverture de la strate herbacée	- Implantation de plantes pionnières ou sensibles à la concurrence (diverses orchidées…) - Augmentation des lieux de nourrissage de l'avifaune
Modification de la stratification de la végétation	- Hétérogénéisation de la végétation comparée à une parcelle témoin ou fauchée - Plus grande diversité de niches écologiques à l'entomofaune
Limitation des ligneux	- Régression probable de la bourdaine, du bouleau, des saules - Faible limitation de l'aulne glutineux peu consommé par les herbivores
Développement des refus et d'espèces inattendues	- Prolifération de certaines espèces indésirables - Tendance au développement de végétaux non broutés
Transport et concentration d'éléments	- Concentration des éléments fertilisants (excréments) au niveau des reposoirs, des points d'eau, etc. entraînant des modifications de la flore (espèces nitrophiles) - Dispersion des excréments favorable aux faunes coprophage et coprophile, aux lombricidés, source d'alimentation pour les oiseaux limicoles - Risque de rémanence de produits

Source : CREN, 1995

➲ l'accueil d'espèces animales nombreuses nécessitant pour leur développement ou leur vie quotidienne diverses physionomies végétales présentes au sein de la mosaïque d'habitats créés.

➲ Le développement des écotones, consécutif à l'hétérogénéité du milieu.

Impact sur la flore

• Augmentation de la richesse spécifique de la strate herbacée

➲ le broutage, qui induit une limitation des espèces coloniales à multiplication végétative et une modification des termes de la compétition interspécifique entre les espèces ;

➲ le piétinement, qui permet une ouverture du tapis herbacé favorable aux espèces se reproduisant par graines ;

➲ l'apport d'excréments, qui stimule les populations lombriciennes et permet une remontée vers la surface de la banque de graines du sol.

• Effets du pâturage sur les espèces ou groupements végétaux particuliers

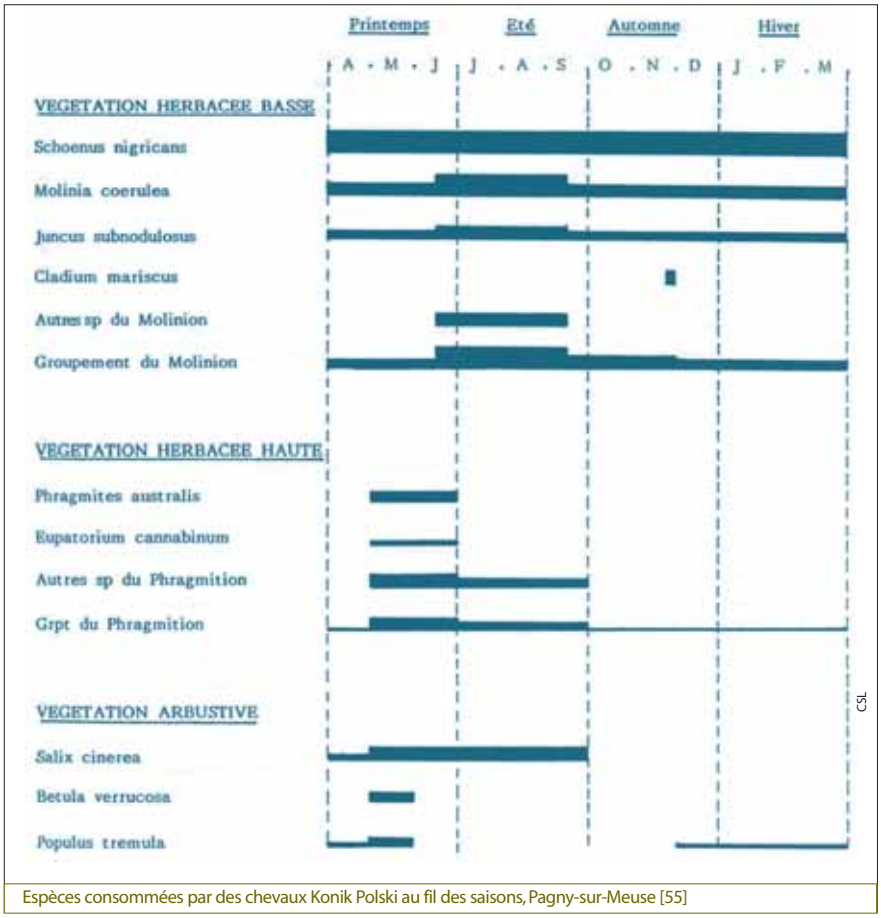
Phragmitaies

Elles semblent répondre très rapidement à l'ouverture du milieu suite à l'accroissement de l'éclairement au sol. De nombreuses germinations peuvent alors s'implanter et certaines espèces peuvent accroître leur densité (*Lythrum salicaria, Scrophu-laria auriculata*…). Les animaux utilisent des cheminements à partir desquels ils exploitent la phragmitaie par placettes en provoquant un tassement des tiges sèches de phragmite. Après une phase transitoire avec développement d'espèces nitratophiles ou pionnières (*Eupatorium cannabinum*), le milieu évolue vers la cariçaie haute (*C. acutiformis* par exemple) en contexte humide. En roselière sèche, une végétation prairiale se développe.

Au printemps, les animaux y trouvent des ressources disponibles et appétentes : pousses de phragmites, de molinie, de laîches, de plantes de mégaphorbiaies… La mégaphorbiaie perd ensuite de son intérêt en été, à cause de sa végétation trop dense et trop haute et du trop grand nombre d'insectes piqueurs. La majorité des espèces du *Phragmition* ne conservant pas de parties vertes en hiver, l'attractivité du milieu devient nulle jusqu'au printemps suivant.

Molinaies-jonçaies

Elles sont plus utilisées que les phragmitaies (végétation plus appétente et moins dense). Elles présentent visiblement une forte stabilité à court terme vis-à-vis du pâturage, ce qui est également le cas avec les autres types de gestion, mais ce dernier aurait une action visiblement plus diversifiante que la fauche. En été, la moliniaie-joncaie est très attractive (bien ventilée, broutage plus facile) jusqu'en septembre où les feuilles de la molinie sèchent. A l'automne et en hiver, le bétail cherche *Juncus subnodulosus* et la base des touffes de molinie.



Espèces consommées par des chevaux Konik Polski au fil des saisons, Pagny-sur-Meuse [55]

Impact sur l'entomofaune

Sur le marais de Pagny-sur-Meuse (55), une étude quantitative des populations de coléoptères a été conduite sur la végétation de tourbière basse, sur le bas-marais à Schoenus nigricans *et sur la cladiaie. Il en ressort que le pâturage induit une diversification et par endroits une augmentation trophique du milieu, ce qui n'est pas le cas de la fauche (avec, pour le bas-marais à choin, une forte pression de pâturage nettement plus favorable qu'une pression faible). Pour l'ensemble des milieux, il a été démontré l'intérêt d'utiliser plusieurs types de gestion (en particulier la fauche) afin de favoriser un maximum d'espèces inféodées à des structures de végétation très différentes.*

Les molinaies typiques fauchées ou pâturées tendent par une évolution similaire positive vers une dominance par les espèces typiques de la molinaie. La fauche ne défavorise pas les deux espèces dominantes (*Molinia caerulea et Juncus subnodulosus*), et le pâturage favorise les espèces de sol nu et pionnières notamment le liparis de Loesel.

Végétation des bas marais alcalins

Elle semble globalement favorisée et dynamisée, notamment par la limitation du phragmite.

Végétation des tourbières basses à petites laîches

La diversification de cet habitat par le pâturage est importante. La diminution de la hauteur moyenne et le piétinement permet une augmentation de la densité d'espèces typiques de la tourbière basse, notamment de *Carex hostiana* et de *C. lepidocarpa*. Parmi les espèces typiques favorisées figurent nettement *Liparis loeselii, Parnassia palustris, Cirsium anglicum* et *Carex pulicaris* et probablement *Schoenus nigricans*. Le pâturage crée une hétérogénéité structurelle importante très intéressante qui allie des faciès très pâturés favorables à *Liparis loeselii* et des faciès non broutés, refuges pour l'entomofaune.

Espèces végétales particulières :

➲ Certaines plantes tendant à former des populations monospécifiques : molinie et roseau semblent être limitées plus ou moins fortement par le pâturage.

➲ Le marisque (*Cladium mariscus*) tend à régresser sous l'effet d'un pâturage, et favorise la présence d'espèces typiques de tourbières basses (observé sur le marais de Pagny-sur-Meuse [55] avec des Konik Polski et sur le marais Vernier [27] avec des chevaux camarguais).

➲ Les plantes pionnières, se développant sur les substrats tourbeux mis à nu, sont favorisées par le piétinement des animaux.

➲ Certaines plantes appétentes sont particulièrement consommées par les animaux :



Zone très pâturée où se développe *Apium repens*, La Chaussée Tirancourt [80] (CSNP)

• *Juncus subnodulosus* peut subir une pression hivernale très forte, au profit de la molinie ;

• *Schoenus nigricans* peut disparaître en quelques années de surpâturage (la fauche pluriannuelle se révèle dans ce cas plus intéressante) ;

• Les petites laîches (à fruits écailleux et jaunâtres) sont particulièrement appréciées, de même que la gentiane pneumonanthe et l'épipactis des marais ;

• Les phragmites, au stade de jeunes pousses, sont consommés en premier dans les phragmitaies ;

• Le jonc à tépales obtus (Juncus subnodulosus), les épilobes (*Epilobium* sp.) et certaines plantes d'intérêt patrimonial sont également appréciés.

➲ Pour les animaux lourds (bovins par exemple), la formation de zones d'eau libre est un facteur supplémentaire de diversification floristique et faunistique.









X. Houard, CREN Haute-Normandie

Stade 1 : La bouse fraîchement produite émet des substances volatiles attractives.
Stade 2 : Après quelques secondes, les organismes coprophages colonisent la bouse en quelques minutes. Ils creusent des galeries, pondent, consomment la matière fécale.
Stade 3 : Après quelques jours, des champignons et des bactéries investissent à leur tour la bouse. Des prédateurs viennent y chasser. Les lombrics et autres organismes du sol incorporent la matière organique aux couches superficielles du sol.
Stade 4 : Après quelques semaines, la bouse a presque disparu. Le sol est plus aéré et enrichi. La végétation profite de cet apport.

Les troupeaux d'herbivores induisent de fait la présence d'une certaine biodiversité : celles des endocénoses symbiotiques, des parasites externes et internes, et des espèces coprophiles et nécrophiles. Ces communautés sont extrêmement riches en espèces : bactéries, protozoaires, insectes, vers, acariens, champignons et faune du sol. Chaque communauté d'organismes s'inscrit elle-même ensuite dans des chaînes alimentaires complexes et riches d'un point de vue du nombre d'espèces. Elles peuvent comprendre en particulier des espèces patrimoniales d'insectes ou d'oiseaux.
A noter que leur éradication ou leur régulation impacte d'autres compartiments de la biodiversité de par la rémanence et la non-spécificité des produits.

Limitation du développement des ligneux

➲ **Par consommation des semences et des jeunes sujets** (*Salix aurita* paraît particulièrement apprécié au stade de jeune rameau feuillé) ;

➲ **Par consommation des rameaux et des écorces** (en synergie avec les insectes, les champignons et le vent) qui affaiblit voire détruit les ligneux plus âgés ;

De manière générale, lorsque les arbustes ne dépassent pas 2 mètres de haut, le pâturage peut faire régresser la dynamique de boisement par l'abroutissement répété (étêtage). Au-delà de 2 m, les arbustes ne sont broutés que latéralement. Le pâturage s'avère assez efficace en complément de travaux préalables de déboisement, en limitant ensuite considérablement le développement de nombreux rejets.



Pâturage par des chevaux camarguais, marais Vernier [27]

➲ **Par écorçage des troncs.** Celui-ci n'est pas systématique ; certaines races sont particulièrement concernées par ce comportement : c'est le cas du Konik Polski (sur les trembles notamment) et des chevaux camarguais (peupliers, saules et frênes en forte diminution sur les prairies des Chènevières [36].

➲ **Par dégradation du système racinaire ou aérien.** Le tassement du sol, sous l'effet du piétinement, affaiblit l'arbre qui peut en périr - il est aussi très dommageable pour les histosols. Certaines espèces d'herbivores, ceux possédant des cornes notamment, seront capables d'éliminer des ligneux après les avoir sérieusement endommagés : c'est le cas des Highland Cattle.

Le pâturage visant à limiter les ligneux est plus efficace lorsqu'il est pratiqué en hiver, à la repousse printanière des feuilles et en période de sécheresse.

Impact sur la faune

Diversification de la faune

De manière générale, le pâturage extensif entraîne une augmentation du nombre de dicotylédones florifères. La production de graines diverses permet le développement des biocénoses de granivores (oiseaux, micro-mammifères, insectes) et des biocénoses floricoles (pompeurs de nectar, mangeurs de pollen, mangeurs de pièces florales, mangeurs d'ovules) qui seront à leur tour consommés par des prédateurs. En Picardie, le pâturage a favorisé plusieurs espèces d'insectes, en particulier des orthoptères rares, profitant des plages de tourbe mises à nu au sein des moliniaies.


Bécassine

L'augmentation du nombre d'espèces de phanérogames bénéficie aux herbivores (oligoéléments, étalement de la disponibilité alimentaire intra-annuelle) et aux espèces sténophages (insectes, acariens…). En moyenne, une vingtaine d'espèces d'invertébrés est inféodée à une espèce de phanérogame.



Vache Bretonne Pie Noire, marais Vernier [27]


Micro-dépressions créées par le pâturage, La Chaussée Tirancourt [80]

Par l'intermédiaire des excréments, une faune spécialisée est également favorisée

Cas particulier de l'avifaune

Le pâturage peut avoir des conséquences directes ou indirectes sur les populations d'oiseaux.

Conséquences positives :

➲ Liées au maintien d'une végétation rase dont profitent certaines espèces : rôle de zones de chasse ou de nourrissage ;

➲ Le busard des roseaux, le hibou des marais, la bécassine des marais, le vanneau huppé et le pipit farlouse (pour les végétations de jonçaies et de tourbières basses) sont favorisés ;

➲ Augmentation de la densité de passereaux insectivores (observée sur certains sites comme le marais de Pagny-sur-Meuse [55]) ;

Conséquences négatives :

➲ Dérangement des oiseaux ;

➲ Destruction de nichées de phragmite des joncs, de rousserolle effarvatte ou de bruant des roseaux, exposés au piétinement de bovins dans les roselières ;

➲ Le busard des roseaux et le busard Saint-Martin peuvent également voir leur nichée détruite par le passage des vaches ;

➲ L'abaissement de la hauteur de végétation dans les roselières peut rendre une ancienne zone de dortoir non favorable (observé pour le busard Saint-Martin sur le marais de Pagny-sur-Meuse [55]),

➲ La destruction de la roselière générée par le pâturage la rend défavorable à la nidification de la plupart des oiseaux de roselière, notamment le butor étoilé.

Impact sur le sol

Quel que soit le mode de gestion, fauchage ou pâturage, le phénomène attendu d'oligotrophisation (prélèvements) du milieu est révélé après quelques années par l'implantation de nouvelles espèces végétales indicatrices de sol pauvre, alors que les analyses de sol ne montrent aucun abaissement des teneurs des principaux éléments nutritifs.

Par ailleurs, l'impact des fèces et urines s'avère assez faible. En été, les stocks alimentaires sont importants donc les animaux ne passent que quelques heures dans le marais à se nourrir ; en hiver, les déjections se concentrent davantage dans le marais. Au final, beaucoup moins que la moitié des déjections sont restituées uniformément sur les zones pâturées, compte tenu du fait que les animaux concentrent leurs rejets sur des zones de refus, dont leur abri.

Certains secteurs très localisés subissent un important enrichissement en potasse ; cependant, de façon globale, l'enrichissement en azote, en potasse et en phosphore reste faible. Ses conséquences pourront se manifester par une augmentation de la productivité primaire sans changement de la composition floristique.

Intérêts et limites du pâturage

Le pâturage permet d'éviter les inconvénients principaux des autres techniques de gestion (feu, fauche, gyrobroyage...) :

➲ ne sélectionne pas un cortège d'espèces unique;

➲ génère des biocénoses particulières associées ;

➲ a un rôle diversificateur sur la microtopographie ;

➲ demeure une action liée à l'écosystème dans le cadre d'un traitement causal et non symptomatique.

Toutefois, il convient de garder en mémoire les limites de l'utilisation du pâturage :

➲ certaines espèces végétales d'intérêt floristique sont sensibles au piétinement ou sont tellement appétentes qu'elles peuvent finir par disparaître ;

➲ des zones de surpiétinement sont presque inévitables. La végétation est alors localement détruite (reposoirs, abords de points d'eau, de clôtures...), sans parler des problèmes de surpâturage sur l'ensemble de la parcelle, induits par une mauvaise gestion du troupeau ;

➲ localement, enrichissement du sol en azote (excréments des animaux) ;

➲ impact négatif pour certaines espèces (végétaux appétents, animaux sensibles au dérangement) ;

➲ limites liées à la mise en place et à la gestion du troupeau ;

➲ impact des clôtures et des équipements (parc de contention).

Quelques races d'herbivores pouvant être utilisées pour le pâturage extensif en milieux tourbeux (d'après Dupieux, 1998)

Races régionales	Mouton Solognot	Vache Camargue Vache Casta ou St Girons(race locale des Pyrénées) Vache Bretonne Pie Noire Vache Nantaise Vache Marine (race locale de Gascogne)	Cheval Camargue Poney Landais Poney Pottok (race locale basque) Poney Mérens (race locale ariégeoise)
Races étrangères	Mouton Soay Mouton Shetland Mouton Black Face	Vache Highland Vache Galloway	Poney Konik Polski Poney Highland Poney Shetland Poney Dartmoor Poney Connemara Poney New Forest Poney Islandais, Fjord, Haflinger...

Aspects techniques

Le pâturage extensif constitue un mode de gestion lourd et délicat à mettre en place. Aussi doit-il faire l'objet d'une étude préalable pour :

- le choix de l'espèce et de la race,
- la définition de la charge à l'hectare,
- la délimitation de la zone à pâturer,
- choisir entre un pâturage en plein air intégral et un retrait hivernal,
- la définition du sex-ratio et de l'âge des animaux à acquérir,
- prévoir le suivi zootechnique du troupeau,
- installer un enclos, un parc de contention et un parfois abri,
- définir un protocole de suivi de l'impact écologique du pâturage,
- étudier un éventuel débouché économique de l'élevage.

Choix de l'espèce et de la race

Idéalement, on utilisera des animaux "rustiques" capables de supporter des conditions stationnelles difficiles : engorgement du sol, faible portance, présence de ligneux, valeur fourragère faible, appétence variable (certains végétaux coriaces sont peu appréciés, d'autres peuvent même être toxiques), présence en hiver sans compléments de nourriture.

Critères de choix :

- liés au terrain (amplitude thermique, rigueur de l'hiver, hydromorphie du sol, risque d'inondation, portance du sol, parcellaire, qualité fourragère de la végétation)
- caractéristiques de l'animal (faiblesse des effectifs, importance de sa conservation, poids, taille, épaisseur de cuir, sabot, agressivité, caractéristiques du pâturage, éthologie, rusticité).
- aspects financiers, pédagogiques, opportunités (notamment par rapport à la motivation d'éleveurs, lycées agricoles…) et contexte social et économique : ces critères seront déterminant pour la mise en place du pâturage.

Les animaux utilisés pour le pâturage peuvent être des races régionales ou étrangères. Il existe aussi des espèces plus ou moins « sauvages » qui ont été ou non génétiquement reconstituées. Des races à faible effectif peuvent également être favorisées (race nantaise utilisée en Picardie).
Pour des raisons écologiques (en référence aux milieux primaires où bovins et équins cohabitaient) et de complémentarité de pâturage, les gestionnaires optent parfois pour le mélange bovin-équin. Il est aussi possible de mélanger équins et/ou bovins avec des ovins.

Définition de la charge à l'hectare

Il est difficile d'apporter des recommandations très précises quant aux modalités de sa mise en œuvre pour la gestion des tourbières et des marais.
Chaque race ayant des effets différents

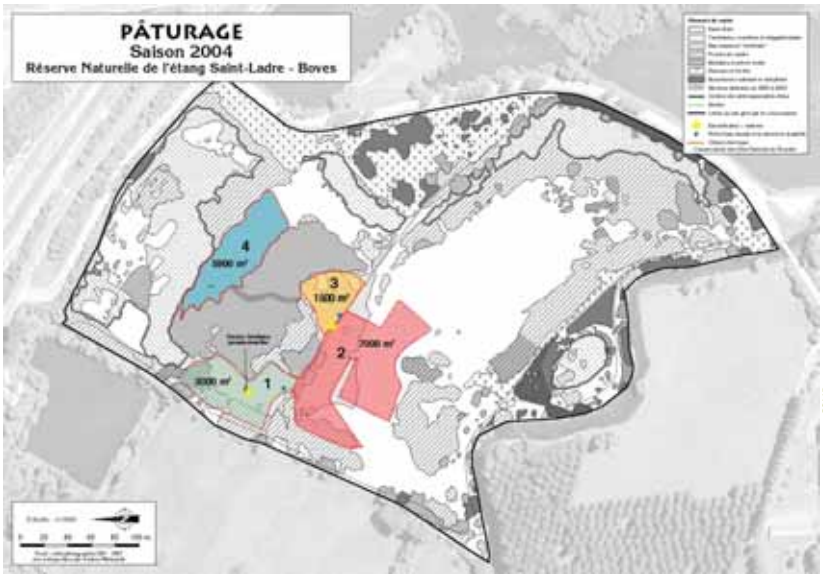


Globalement, le pâturage n'induit pas l'augmentation du potentiel nutritif de la tourbière (marais Vernier [27]).



Boeufs nantais en hiver, Vallée de Somme [80]

pâturage faibles ne dépassant pas 0,3 UGB/ha/an, qui pourra être augmentée en fonction des effets observés sur le milieu pour trouver le bon équilibre entre pression de pâturage et degré d'ouverture du milieu.
Dans cette phase de gestion, il peut être conseillé de combiner à la fois les effets de la fauche et du pâturage en mettant en œuvre une gestion alternée du milieu, par exemple un cycle de gestion sur trois ans, avec une première année de fauche suivie d'une année de pâturage, puis d'une année de repos de la végétation.



4 parcs de pâturage et un exclos de préservation de la gentiane pneumonanthe dans la RN de Boves [80]

Pâturage fixe, tournant ou itinérant

Les sites sur lesquels le pâturage est utilisé comptent aussi bien les moliniaies tourbeuses, les landes tourbeuses à joncs ou à grands hélophytes, les roselières et les aulnaies-saulaies marécageuses. Sur certains de ces milieux, des travaux préalables d'ouverture sont à effectuer pour accueillir les animaux. Sur de nombreux sites, des milieux connexes à faible hydromorphie sont également présents, constituant pour les animaux, outre des zones d'alimentation complémentaire, des secteurs d'abri, de refuge ou de reposoir.

Un parc à pâturer ne peut se résumer en une zone d'alimentation. C'est un « lieu de vie » où d'autres activités du troupeau influent sur sa motivation alimentaire. Les lieux et la gamme des plantes disponibles doivent pouvoir être mémorisés par les

Tous les milieux tourbeux ne sont pas gérables par pâturage extensif (notamment les zones à sphaignes).
Les principaux types de milieux tourbeux et leur possibilité de gestion sont repris dans le tableau suivant (adapté de Manneville, 1996).

TYPES DE ZONES TOURBEUSES ET ZONES ANNEXES	POSSIBILITES DE PATURAGE EXTENSIF
Tremblants en bord de lac	non
Aulnaie glutineuse tourbeuse	non
Molinaie	oui (bovins, équins)
Bas-marais alcalin	possible (bovins, équins)
Cladiaie	possible (bovins, équins)
Magnocariçaie	possible (bovins, équins)
Phragmitaie eutrophe	non
Mégaphorbiaie de bordure	possible (ovins, bovins, équins)
Prairie humide inondable	oui (ovins, bovins, équins)
Groupement à *Juncus* divers	oui (ovins, bovins, équins)

A noter que la présence d'insectes piqueurs apparaît comme un facteur très sélectif pour le choix des aires de pâturage, en particulier pour les équins, plus sensibles que les bovins. En zone ventilée, l'attaque des insectes est moindre, ce qui conduit les animaux à préférer la végétation basse aux milieux de type roselière.

Caractéristiques des trois familles d'herbivores pouvant être utilisées pour la gestion conservatoire des milieux tourbeux (adapté de Lecomte et Le Neveu, 1990)

Particularites des ovins	Avantages	Inconvénients
Petite à très petite taille	- respecte les clôtures fragiles - s'adapte aux petites surfaces et au parcellaire linéaire - danger limité pour les manipulateurs - investissement par animal faible	- clôtures spécifiques coûteuses - vulnérabilité face aux prédateurs (chiens errants, renards…)
Vélocité assez grande		- nécessité d'un couloir de contention s'ils sont en grand nombre sur une surface importante
Très sensible aux phénomènes d'appétence des végétaux		- beaucoup de refus - surexploitation des zones favorables (phénomène important de parcours)
Résiste bien à la soif	- supporte mieux que les gros animaux les périodes de grande sécheresse	
Plus sensible que les équins et bovins à de nombreux parasites		- nécessité d'un suivi sanitaire sérieux, risques d'épidémie - traitement obligatoire contre la douve
Prophylaxie obligatoire dans certaines régions Animal de boucherie		- reprise annuelle obligatoire - coût de la prophylaxie - mévente des produits (même dans le créneau de qualité)

Particularites des equins	Avantages	Inconvénients
Moyenne à grande taille	- bon pouvoir de pénétration dans les structures hautes	
Cuir fin	- respect des clôtures - clôtures en fils ronce suffisantes	- sensibilité aux insectes hématophages
Sabots	- défonce moins le sol que les bovins en milieu peu portant	- dessouche moins les touradons que les bovins - entretien des sabots (sauf chevaux de Camargue)
Plus grande fragilité des membres que les bovins		- problèmes de boiteries en milieu non portant
Moins sensible aux parasites que les bovins, pas de prophylaxie obligatoire	- pas d'obligation de reprise annuelle	
Vélocité importante (surtout chez les poulains)		- nécessité d'un couloir de reprise
Ethologie et comportement alimentaire différents de ceux des bovins	- parcours alimentaires très marqués - complémentarité bovin-équin ; les équins consommant davantage de monocotylédones (graminées, cypéracées) et éliminent deux fois et demi plus de plantes coriaces que les bovins - capacité d'adaptation aux ressources disponibles (dicotylédones, dont les ligneux).	- laissent souvent des refus
Animal « loisir »	- débouché en tant que tel - dans le cadre d'un accueil libre de la parcelle, les chevaux sont plus dociles et moins dangereux	-moins de possibilité de vente pour la viande

UGB (Unité Gros Bétail) : *échelle conventionnelle de normalisation théorique de la demande alimentaire du bétail. Une UGB correspond à une vache laitière de 700 kg produisant annuellement 78 kg d'azote par ses fèces. Par extension, chaque animal est caractérisé à partir de cette correspondance. Ainsi, une brebis de taille moyenne correspond théoriquement à 0,16 UGB. La notion d'UGB (Unité Gros Bétail) est cependant très liée au pâturage intensif sur prairie améliorée homogène. En milieu naturel, le comportement d'un troupeau est très différent et la pression est inégalement répartie selon le circuit de pâturage et au cours de l'année. Les calculs théoriques d'UGB sont donc à utiliser avec beaucoup de précautions. Ils permettent cependant des comparaisons entre les sites.*

Particularites des bovins	Avantages	Inconvénients
Moyenne à grande taille	- bon pouvoir de pénétration dans les structures hautes	
Cuir épais	- moins sensible que les équins aux insectes hématophages	- moindre respect des clôtures - nécessité de clôtures fortes
Cornage (sauf race mottes)	- possibilité d'exploiter les ligneux en cassant les branches	- danger pour les manipulations
Sabots multiples	- pas d'entretien - dessouche les touradons	- défonce le sol - favorise certains joncs
Prophhylaxie obligatoire		- nécessité de reprise annuelle - nécessité d'un couloir de reprise
Ethologie et comportement alimentaire différents de ceux des équins	- bonne complémentarité bovin-équin ; les bovins consommant davantage de dicotylédones et ligneux et laissant moins de refus	- jeune bovin plus sensible que le poulain au parasitisme - favorisent moins l'hétérogénéité structurale de la végétation que les équins
Animal de boucherie	- vente facile de la viande dans un créneau « qualité »	



Taureau Highland Cattle, marais Vernier [27]

animaux. Il faut aussi raisonner le contenu d'un parc en fonction des habitudes du troupeau et de ses aptitudes à la circulation et à la curiosité. Un ruminant (ovin, bovin) doit se consacrer chaque jour à plusieurs périodes de rumination. Un site peut être parfois mal brouté parce que les animaux manquent d'appétit, n'ayant pu disposer de lieux de repos pour leur rumination.

Par ailleurs, il est conseillé de ne pas traiter le milieu de manière uniforme, mais plutôt, si la taille du site le permet, de mettre en œuvre un **pâturage tournant** permettant d'éviter d'appliquer sur le site un même type de traitement en un même instant (une partie du site se trouve pâturée, pendant qu'une autre est fauchée et

Cas de l'ivermectine

- Coléoptères coprophages adultes résistants mais risques de forte mortalité chez les larves et jeunes imagos, plusieurs mois après un traitement par bolus.

- Diptères affectés plus d'un mois après le traitement, notamment par injection sous-cutanée à O,2 g/kg), avec une mortalité larvaire importante.

Cas de la moxidectine

- Semble moins toxique que l'ivermectine pour les invertébrés non-cibles tout en gardant une efficacité importante sur de nombreux nématodes.

Les résultats sont variables selon que les travaux sont réalisés en laboratoire, in situ, selon les stades de développement considérés, les parasites cibles, les régions d'étude... On ne peut donc pas conclure à un effet unique de l'ensemble des antiparasitaires sur la faune invertébrée du sol.

une troisième en repos). Cela permet également de mieux suivre les animaux et la pression de pâturage et donc de la corriger. Pour les bovins, pour lesquels une simple clôture électrique ne suffit pas, cela représente un coût nettement plus important.

Les **saisons sans pâturage** doivent permettre à la végétation, à l'avifaune nicheuse et aux insectes de terminer leur cycle de reproduction sans perturbations (piétinement, abroutissement, dérangement). Les **zones refuges** (sur au moins 5 % de la surface) permettent de favoriser la biodiversité.
La création de **plusieurs parcs de dimension réduite** permet de renforcer l'efficacité du pâturage sur les rejets des arbres (en hiver) et les autres refus, tout en laissant les animaux moins longtemps (de mi-août à octobre) sur les zones sensibles.

Une autre solution consiste à exclure du pâturage les zones sensibles (à l'aide de clôtures mobiles électriques par exemple) de mi-mars à mi-août. Cela permet de limiter le piétinement des nids d'espèces remarquables en période de nidification.



X. Houard, CREN Haute-Normandie

Geotrupes mutator, coléoptère coprophage

Pâturage en plein air intégral ou retrait hivernal (périodes et durée de pâturage)

Selon les sites (ressources disponibles) et les animaux (résistance aux conditions climatiques froides et humides), le pâturage peut être mené toute l'année ou uniquement en été, de mai à octobre généralement (permettant alors des interventions en hiver, fauche, gyrobroyage…). A noter que l'impact du pâturage est plus fort en hiver pour limiter les ligneux.
Dans le marais Vernier, par exemple, tous les animaux restent en plein air l'hiver sauf les vaches Bretonnes Pie noire, plus sensibles. A Pagny-sur-Meuse, les chevaux Konik Polski restent également en hiver sur le site avec un amaigrissement atteignant 20 % de leur poids initial. La race Highland Cattle est également particulièrement résistante et peut supporter sans problèmes de fortes variations de poids. Un suivi de l'état de santé est dans tous les cas indispensable pendant la mauvaise saison.

Sex-ratio et âge des animaux

Le gestionnaire a le choix entre des troupeaux avec des animaux castrés ou sexués, en mélangeant ou pas mâles et femelles. La principale contrainte des troupeaux de reproducteurs est liée au fait que les besoins des animaux en reproduction sont beaucoup plus importants (fin de gestation et lactation), ainsi que ceux des jeunes en croissance. Ces derniers sont également plus fragiles. Des troupeaux reproducteurs peuvent se justifier dans une optique d'accroissement ou de renouvellement du cheptel. En revanche, les animaux castrés sont moins agressifs. L'utilisation de femelles et d'animaux castrés est donc plus simple pour une première mise en œuvre.

Dans le cas d'animaux sexués, il faudra suivre les naissances, une baisse de la fécondité étant le premier indicateur d'un mauvais état sanitaire des animaux. Pour des surfaces inférieures à 100 ha, il est difficile d'avoir autant de mâles que de femelles. Pour limiter les risques de consanguinité, le troupeau peut soit comporter plusieurs mâles (mais cela peut poser des problèmes d'agressivité entre eux), soit faire l'objet d'un renouvellement régulier du mâle.

La durée de vie des animaux est également à prendre en compte ainsi que leur capacité d'« apprentissage ». Mimer sa mère est la condition idéale pour apprendre à se comporter efficacement dans un milieu et y reconnaître toutes les plantes comestibles. Un jeune animal apprend nettement plus facilement qu'un adulte (à l'âge de 4 à 6 mois chez une agnelle, 6 à 9 mois chez une génisse). Eduquer un troupeau adulte peut nécessiter parfois 2 ou 3 ans.

Idéalement, il faudrait accueillir des animaux en nombre suffisant afin qu'ils se comportent naturellement en troupeau : 40 à 50 moutons ou 8 à 10 vaches.

Suivi zootechnique du troupeau, moyens de lutte et prévention

L'état sanitaire des animaux doit être contrôlé régulièrement, directement sur le site pour les animaux dociles ou dans un parc de contention pour les animaux plus sauvages. Les dépôts graisseux évalués par palpation sont un bon indicateur.

Les races rustiques s'auto-immunisent contre les parasites et seules les infestations graves sont généralement traitées. Les chevaux sont les moins sensibles. Une vaccination contre le tétanos et la grippe est généralement réalisée. Les bovins sont plus sensibles et sont soumis à une prophylaxie annuelle. Une intervention annuelle est obligatoire pour les bovins (brucellose, tuberculose, leucose) et pour les ovins (brucellose).

Les moyens de lutte

Différents modes d'administration existent :

➲ par voie buccale, sous forme de bolus intestinal, avec relargage étalé sur plusieurs mois,


J. Maingard, 2005

Abris et points d'affourage pour les chevaux, Pagny-sur-Meuse [55]

➲ sur le dos (« pour on »), où la molécule agit après passage à travers la peau,

➲ sous forme injectable.

L'élimination de la molécule active ou de ses métabolites peut être plus ou moins longue, avec des concentrations variables dans les excréments selon le type d'administration, la saison, etc. La dose administrée en 'pour-on' correspond à 2,5 fois la dose utilisée dans un traitement classique. Quand elle est administrée en 'bolus', elle correspond à 4 à 40 fois la dose. Or la part qui se retrouve progressivement dans les bouses garde son efficacité insecticide et peut donc avoir des répercussions négatives sur la faune coprophage. En conséquence, les bouses, qui normalement devraient être recyclées assez rapidement, demandent deux fois plus de temps pour disparaître et ce qui freine de fait le processus de minéralisation.

La faune est touchée de façon différente selon les groupes considérés, les modes d'administration et les molécules utilisées. L'administration sous forme de bolus intestinal entraîne une durée d'action du traitement longue avec des concentrations élevées dans les bouses.

C'est sans compter les répercussions que cela a sur la faune insectivore (avifaune, chiroptères, …) et sur la qualité de l'eau et des espèces qui s'y trouvent (poissons, crustacés…).

La vermifugation des animaux avec des produits comme les végétaux, le charbon ou l'argile sont permis par les cahiers de charges des organismes de certification de l'agriculture biologique. Plusieurs plantes ont des propriétés anthelminthiques (contre les vers blancs parasitant l'intestin et le ténia). Leur utilisation faisait d'ailleurs partie des pratiques traditionnelles.

Appliquer le principe de précaution

➲ Faire un état de la situation du troupeau par un dépistage régulier (coprologie, analyse sanguine, suivi des foies à l'abattoir) avec une attention particulière aux pieds (quand les animaux stationnent dans les zones inondées).

➲ Prévoir un plan de pâturage sur le long terme pour mieux gérer les phases critiques de fin d'été et début de l'automne. C'est en faisant varier des facteurs comme la densité et les groupes d'âges des animaux et le moment et l'intensité de pâturage que l'on peut arriver à prévenir les infections graves. -

➲ Le surpeuplement augmente la concentration des parasites. Pour une parcelle donnée, on retrouvera 4 fois plus d'infestations parasitaires si on double la densité d'animaux. La rotation des pâturages permet de ne pas remettre les animaux sur un même enclos avant que les risques d'infestation ne diminuent (estimé à 2 mois). Comme la susceptibilité des animaux varie selon l'âge, il est logique de faire pâturer les vaches suitées et les jeunes sevrés sur les surfaces les plus saines tout en évitant un surpâturage.

➲ Les liens entre l'alimentation, particulièrement les vitamines et les minéraux, et la susceptibilité aux parasites internes sont établis en certains cas (vitamines A, D et celles du complexe B et cobalt permet au ruminant de synthétiser la vitamine B12). Des blocs de minéraux peuvent être mis à disposition des animaux pour compenser les carences minérales des pâturages.

➲ Environ 80 % des parasites se tient dans les cinq premiers centimètres de végétation. En ne laissant pas les animaux manger plus qu'à 10 cm du sol, on prévient l'infection et la multiplication parasitaire.


X. Houard, CREN Haute-Normandie

Scatophaga stercoraria, diptère coprophage

➲ Si un traitement est nécessaire, il faut choisir un produit à rémanen-

Vermifuges classiques à libération rapide		
	Benzimidazoles Imiazothiazoles Salicylamilides Phénothiazine Coumaphos	Recommandables
	Ruélène Piperazine Dichlorvos	Non recommandables
Vermifuges systématiques à libération progressive		
	Avermectine (Ivermectine et molécules voisines)	Non recommandables
	Mylbémycines (moxidectine)	Recommandable (hors proximité de milieux aquatiques)

ce très réduite, éviter les produits polyvalents et varier les matières actives utilisées (pour limiter les risques de résistance des parasites), mettre en adéquation des périodes de traitements avec la phénologie des invertébrés en évitant les traitements en fin de printemps-été et donc plutôt traiter au début du printemps. Il vaut mieux maintenir les bêtes traitées sur des parcelles de moindre intérêt écologique avec un retour des animaux sur le site au moins 15 jours après. Les traitements sont parfois réalisés à l'étable, après la saison de pâturage (dans le cas où les animaux ne restent pas sur le site en hiver).

Équipements et matériel connexes : à prévoir impérativement en amont

Clôtures, abris, points d'affourage et abreuvoirs, parcs de contention sont des équipements à prévoir en amont. L'implantation de ces différents équipements peut permettre de guider le troupeau vers des secteurs que l'on souhaite faire plus ou moins pâturer.

Clôtures

➲ Chevaux : clôtures classiques (4 rangs de fils ronce) suffisantes. Les clôtures électriques, trop fragiles utilisées seules, peuvent servir de cloisons internes dans le cas de pâturage tournant. Equipée de batteries solaires, elle assure une autonomie plus importante et moins de surveillance. Les batteries sont toutefois sujettes au vol.

➲ Bovins rustiques, notamment les Highland Cattle : des clôtures solides sont nécessaires (fils ronce plus fort, plus haut, sur plus de rangs, avec des pieux solides et rapprochés).

➲ Ovins : nécessitent un grillage spécifique onéreux à mailles. Ces équipements demandent une surveillance régulière.

Lorsque les mailles du grillage sont de tailles variables, il est proposé de poser la clôture à l'envers, c'est-à-dire en mettant les grandes mailles vers le bas pour permettre le passage de la faune sauvage.



Refus de pâturage

Abris

➲ Abris naturels déjà existants à conserver (arbustes, arbres et bosquets à sous-bois dégagés).

➲ Abris contre le vent, la pluie ou les grosses chaleurs : peuvent être installés si le site ne présente pas de zones boisées

Problèmes régulièrement rencontrés	Solutions éventuelles
Refus et zones délaissées (lié à l'appétence des végétaux, variable selon les saisons, en fonction de l'accessibilité, de la présence d'insectes hématophages…). Quelques exemples d'espèces refusées : - les joncs (Juncus spp.) de manière générale - cirse des champs et des marais (Cirsium spp.), iris des marais (Iris pseudacorus), lysimaque commune (Lysimachia vulgaris) et pigamon jaune (Thalictrum flavum) refusés par le Konik Polski - l'eupatoire (Eupatorium cannabinum) en roselières - l'ortie (Urtica dioica) dans les mégaphorbiaies et les ourlets eutrophes	- Opérations de gestion complémentaires (fauche, arrachage, broyage…). - Une méthode anglaise (le «topping») consiste à faucher l'ensemble des refus d'un parc juste avant le passage des animaux, qui se chargent alors de les consommer lorsqu'ils sont secs ? Cette coupe doit être assez haute pour ne pas toucher la jeune herbe qui commence à pousser. Cela permet d'économiser une fastidieuse opération de ramassage des foins. - Installation de pierres à sel, de points d'eau pour attirer le troupeau. - Les joncs souvent refusés peuvent constituer des zones intéressantes pour le développement de certains invertébrés (larve d'insectes) : leur élimination systématique est déconseillée. - Créer des enclos plus petits pour « forcer » les animaux à consommer les refus. - Lors du pâturage de regain, les refus sont plus limités.
Surpâturage et surpiétinement des points d'eau et des zones de repos (5 à 10% de la surface est généralement surpâturée), effet « bordure », augmentation de la teneur en matières en suspension au niveau des points d'eau.	- Rotation sur des parcelles plus petites grâce à l'installation de clôtures électriques. - Aménagement des points d'eau (clôture autour des mares, pompe à mufle…). - Déplacement des clôtures et des zones de repos (installation de pierres à sel).
Difficulté de contenir les ligneux par le pâturage du fait de leur dynamique très rapide, d'une mauvaise appétence de certaines espèces ou encore d'un développement des arbustes trop avancé.	- Faciliter la pénétration des chevaux dans les boisements par l'ouverture de chemins en coupant quelques arbres. - Combiner le pâturage à d'autres interventions de gestion, uniques (coupe d'arbres et arbustes) ou régulières (fauche, débroussaillement mécanique…). - Combiner différents types de bétail (ovin+équin…)
Concentration des déjections animales en certains endroits du site particulièrement fréquentés par le bétail : point d'abreuvement, zone de repos ou parcours.	- Généralement, déjections concentrées en été sur les zones de repos, et plus disséminées en hiver sur le marais (les animaux mangent plus longtemps car la nourriture est moins appétente). - Exporter les excréments en dehors du site. - Cela peut au contraire être un facteur de biodiversité pour des biocénoses spécialisées (insectes coprophages ou coprophiles, champignons…).

Problèmes régulièrement rencontrés	Solutions éventuelles
Concentration des déjections animales en certains endroits du site particulièrement fréquentés par le bétail : point d'abreuvement, zone de repos ou parcours.	- Généralement, déjections concentrées en été sur les zones de repos, et plus disséminées en hiver sur le marais (les animaux mangent plus longtemps car la nourriture est moins appétente). - Exporter les excréments en dehors du site. - Cela peut au contraire être un facteur de biodiversité pour des biocénoses spécialisées (insectes coprophages ou coprophiles, champignons…).
Incompatibilité de gestion avec d'autres espèces animales ou végétales : - dérangement et piétinement de nids d'oiseaux, - surconsommation d'espèces rares, - destruction directe ou indirecte (vermifuges) de populations d'insectes.	- Diminuer le chargement. - Modifier le plan de pâturage (dans l'espace) et retarder le début de pâturage en fonction des spécificités des espèces à préserver. - Installer des exclos sur les stations vulnérables. - Envisager d'autres modes de gestion soit en alternance, soit seuls et ménager des années sans pâturage.
Animaux dangereux et difficiles à manipuler.	- Claustration des animaux dans un bâtiment avant d'être lâchés pendant une à deux semaines, la personne responsable du troupeau venant apporter le fourrage en leur parlant. - Visites régulières au début de l'installation des animaux. - Visites avec des 'gâteries' ou du fourrage, associé à un signal sonore (cri particulier, trompe…) si possible au même endroit (de préférence près du lieu de contention). - Problème de bouclage qui doit être effectué dans un délai de 48h après la naissance. Une dérogation pour les animaux dangereux peut être demandée.
Problèmes liés à la faible portance du sol sur terrain tourbeux et à l'inondabilité irrégulière des terrains	- Choix d'espèces et de races adaptées. - Associer des parcelles non hydromorphes (au cas où) au plan de pâturage. - Faire pâturer en fin d'été les secteurs les plus sensibles.
Mauvaise image auprès des locaux et des éleveurs : Ils pensent que les animaux sont mal traités et appellent les services techniques des mairies ou les gendarmes. Ils ne comprennent pas pourquoi on laisse un animal les pieds dans l'eau en hiver.	- Travail important de communication auprès des services techniques des mairies, gendarmes, écoles… - L'existence d'un troupeau peut au contraire redonner un attrait au site, en ouvrant le paysage et en y introduisant des animaux à observer.
Conflits d'usage avec les chasseurs, les promeneurs, les pêcheurs…	- Travail de concertation pour limiter les risques d'accidents et les dégradations (clôtures…). - Pose de passe-clôtures.

adaptées. Les matériaux utilisés ne doivent pas avoir d'impacts négatifs sur le milieu (bois non traité, bois locaux…).

Points d'affourage et abreuvoirs

➲ Compléments alimentaires généralement à éviter : les animaux pourraient 'refuser' les espèces les moins appétentes.

➲ Selon les sites et en fonction des conditions climatiques, du fourrage et des pierres à sel pourront être mis à disposition des animaux.

➲ Points d'eau : peuvent être aménagés pour limiter la dégradation des points d'eau naturels. Différents systèmes existent : pompe à museau, abreuvoir à niveau constant, alimentation par tonne… Ces zones sont généralement surfréquentées. Le creusement de mares peut avoir la double fonction de diversification du milieu pour la flore et la faune et de point d'eau pour le bétail. Des clôtures en fer à cheval peuvent être utilisées pour concentrer le piétinement sur un seul côté de la mare, terrassé en pente douce.

Parcs de contention

➲ Il s'agit d'un enclos où les animaux sont rassemblés et d'un couloir de contention où les animaux passent un à un et peuvent être bloqués au niveau d'une cage pour le suivi vétérinaire.

➲ Nécessaires pour les animaux les moins dociles ou en grand nombre.

Idées pratiques
Dès la mise en place du pâturage, il est intéressant de mettre en place des exclos permanents du pâturage et de consigner toute observation sur le comportement des animaux et sur l'herbage consommé à chaque visite de terrain.



Construction d'un couloir de contention

Exemples du bassin parisien

Les exemples présentés ci-dessous sont donnés à titre indicatif. Les résultats ne sont pas généralisables.

Sites/région	Animaux utilisés	Particularité, résultats, remarques
Vallée de la Somme [80, 02]	Vache Nantaise	- Participation à la conservation d'une race rustique - Sait tirer parti des contraintes inhérentes au pâturage en zone humide - Déjà testée avec succès dans plusieurs espaces naturels du grand Ouest, cette petite vache dite « mixte », était jadis utilisée pour la production de viande et de lait ou pour la traction
Vallée de la Somme		- 7 marais tourbeux alcalins sont pâturés en 2006 dans la Somme sur des sites gérés par le CNSP. - D'autres marais tourbeux d'intérêt écologique entre Amiens et Abbeville sont gérés par pâturage (en général pour favoriser les activités cynégétiques), souvent équin, conduit par des communes ou des privés. Dans de nombreux cas, la pression pastorale n'y est pas optimale (sous pâturage ou surpâturage fréquents). - On observe que le pâturage équin seul en marais tourbeux crée des irrégularités importantes de pression pastorale : il doit souvent être accompagné de fauche des refus. La solution idéale consiste à le compléter avec du pâturage bovin et un échardonnage mécanique, surtout en années sèches. - Le pâturage donne globalement de bons résultats sur les habitats de bas-marais, la flore turficole mais uniquement si les niveaux d'eau restent suffisants, surtout en début d'été ; un surpâturage des gouilles semble bienvenu pour la pérennisation des stations d'Apium repens (qui germe ou se développe de façon végétative sur les sols nus des bourbiers).
Marais de la Souche [02]	chevaux Camargue et un troupeau de bovin de race Bretonne pie noire	De nouveaux partenariats ont été inventés pour palier la déprise pastorale
Marais de St Gond (51)	Highland Cattle, Charolaises	- Dans les roselières, problèmes liés au piétinement des nichées de certains oiseaux
Marais de la Vanne [10]	pâturage extensif mis en place depuis 2001 avec des Charolaises	Les opérations de fauche des refus par l'agriculteur n'ont pas été suffisamment suivies et vérifiées. Les modalités de pâturage ont également manqué de cadrage en raison d'un problème d'efficacité des clôtures (divagation des animaux).
Marais de Pagny-sur-Meuse (55)	Konik Polski	- Participation à la conservation d'une race historiquement proche du cheval sauvage européen - Animaux à disposition dans une réserve en Pologne - Espèce calme et docile, facilement manipulable avec un intérêt pédagogique fort (attirés voire familiers) - Abri coupe-vent nécessaire - Boit peu et sait trouver les sources dans un marais - Apprécie peu les pâturages gras et abondants car comme tous les petits chevaux, il devient vite obèse et fourbu - Faire pâturer des bovins (ou les ovins-caprins) avec lui (et non pas après, car la repousse d'herbe contient toujours de l'azote). - Avec pâturage permanent à 0,3 UGB/ha/an, régression nette du marisque (diminution d'un facteur 10)
Marais Vernier (27)	Highland Cattle, Vache Bretonne Pie Noire, Chevaux camarguais, Poney landais, Mouton Shellard	- Highland Cattle : moins de parasite, autonomes - Régression nette du marisque grâce aux chevaux camarguais - Vache Bretonne Pie Noire : plus facile à manipuler, plus grande longévité. Les taureaux créent des micro-dépressions - Mouton Shellard : complémentarité avec les grands herbivores (plus de 100 kg), mais moins efficaces - Diminution de l'importance des quatre espèces herbacées opportunistes initialement dominantes (jonc épars, molinie, roseau et calamagrostide) - Diversité d'espèces plus importante (pour les seuls phanérogames, une centaine d'espèces soit trois fois plus que dans les prairies enfrichées) - Retour d'espèces patrimoniales
Prairie des Chènevières (36)	Chevaux camarguais 13 ans de pâturage	- Régression notable des peupliers, saules et frênes grâce aux chevaux camarguais - Régression des phalaridaies au profit de la mégaphorbiaie à *Iris pseudacorus*, *Mentha aquatica et Althæa offcinalis*

Sites/région	Animaux utilisés	Particularité, résultats, remarques
Marais de Germont-Buzancy (08)	Highlands Cattle depuis 2003	Selon un système tournant. Les résultats sont pour l'instant mitigés, en raison du fort battement de la nappe qui conditionne grandement le retour de groupements végétaux plus typiques
Vallée de l'Authie (62, 80)	pâturage mixte bovin/équin ou seulement équin	En faveur de l'ache rampante, plante se développant dans les zones surfréquentées par le bétail Résultats : très mitigés, en raison des problèmes de mise en pâturage (clôtures, contexte local) et de pressions trop faibles (l'ache rampante est néanmoins toujours présente au niveau des secteurs, non pâturés, mais piétinés sur le chemin d'accès aux huttes du marais, menant à cet enclos).
Frocourt	Dix bovins Salers et six chevaux Camarguais	Pâturage tournant Le pâturage mixte (équin et bovin) s'avère indispensable car il permet un réel impact sur la végétation (différences au niveau du piétinement et de l'alimentation

Aspects réglementaires, conventions

La loi d'orientation agricole du 5 janvier 2006 ouvre la possibilité d'inclure dans le bail rural, lors de sa conclusion ou de son renouvellement, des clauses visant au respect de pratiques environnementales (C. rural, art. L. 411-11, L. 411-27 et L. 411-53). Dans ce cas, le prix du fermage peut être réduit.

Cette possibilité est néanmoins restreinte :

• aux personnes morales de droit public et aux associations agréées de protection de l'environnement ;

• aux propriétaires de parcelles situées dans certains espaces protégés ou à enjeu environnemental, ayant fait l'objet d'un document de gestion officiel :

• zones humides d'intérêt environnemental particulier ;

• zones de rétention des crues ; zone de mobilité des cours d'eau ; zones humides stratégiques pour la gestion de l'eau ;

• conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres ;

• parcs nationaux, réserves naturelles et régionales et leur périmètre de protection ; monuments et sites classés ; arrêtés de biotope ; sites Natura 2000 ;

• plans de prévention des risques naturels prévisibles ;

• périmètres de protection des captages d'eau potable ; zones d'érosion.

Le fait que le preneur mette en œuvre sur les terres louées, des pratiques environnementales (préservation de la ressource en eau, de la biodiversité, des paysages, des sols, prévention des risques naturels…) ne peut être invoqué à l'appui d'une demande de résiliation formée par le bailleur.

À l'inverse, le non-respect de ces clauses par le preneur, peut justifier un refus de renouvellement du bail par le bailleur.

La loi développement des territoires ruraux du 23 février 2005 préconise la délimitation de zones humides stratégiques pour la gestion de l'eau et des zones humides d'intérêt environnemental particulier. Elle prévoit la mise en place de plan de gestion dans ces zones. La mise en place d'une gestion par pâturage devra donc être également être conforme aux mesures de gestion définies dans ces plans de gestion.

Avant de commencer un élevage, il est recommandé de prendre contact avec la Direction des Services Vétérinaires afin de prendre connaissance des obligations et des usages locaux, notamment concernant la prophylaxie, l'équarrissage et les avortements bovins.

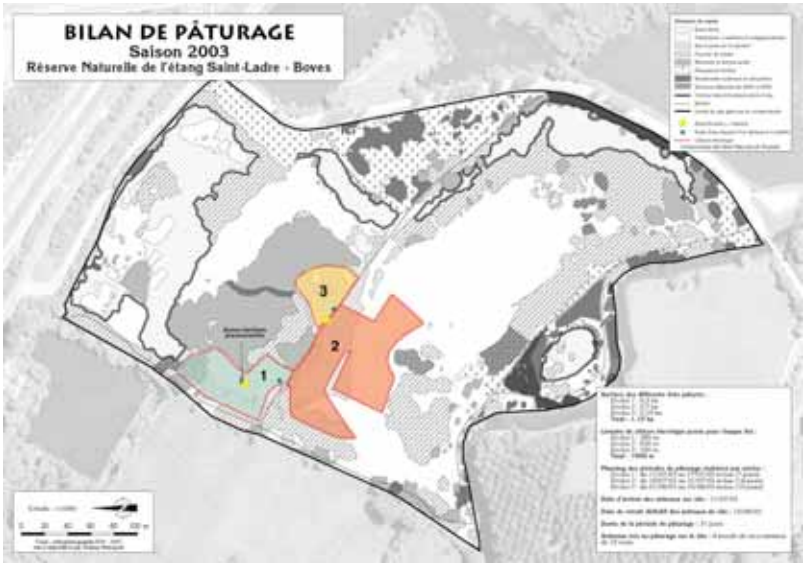
Il est indispensable que le gestionnaire ou le propriétaire du troupeau possède une assurance couvrant la responsabilité civile agricole pour les dégâts ou accidents provoqués par son cheptel.

Une déclaration en tant qu'exploitant agricole est parfois demandée (variable selon les régions).

Le CNSP a signé une convention de partenariat avec un lycée professionnel. Le troupeau est conduit et suivi par le Paraclet en rotation sur les différents sites, dans un objectif de plein air intégral et suivant un cahier des charges proposé par le CNSP. Ce partenariat innovant a pour objectifs d'inscrire un vrai projet de développement durable, avec un volet pédagogique à la clé.

« Le bénéficiaire reconnaît expressément que la présente convention annuelle de mise à disposition précaire à titre gratuit ne relève pas de la législation du Code Rural relative aux baux ruraux (articles L 411 - 1 et suivants) et il s'engage formellement à ne pas se prévaloir pour quelques motifs que ce soit, et à toute époque, des diverses dispositions relatives à cette législation. » Cela permet d'éviter qu'on applique au preneur les obligations liées à un bail rural (requalification par la juge en cas de contentieux).

En principe, toute mise à disposition à titre onéreux d'un immeuble à usage agricole en vue de l'exploiter est régie par les dispositions d'ordre public relatives au statut du fermage (Art. L. 411-1 du Code rural). Cependant l'article L. 411-2 du même Code exclut du champ d'application de l'article L. 411-1 les conventions d'occupation précaire (loi n° 2006-11 du 5 janvier 2006 d'orientation agricole art. 3 et loi n° 2006-728 du 23 juin 2006 portant réforme



des successions et des libéralités art. 2 IV) : tendant à l'exploitation temporaire d'un bien dont l'utilisation principale n'est pas agricole ou dont la destination agricole doit être changée.

En outre, si cette convention de mise a disposition a un peu moins d'utilité depuis que le statut du bail rural permet la possibilité d'inclure des clauses environnementales dans les baux sous certaines conditions, elle n'en garde pas moins de l'intérêt compte tenu de restrictions encore très importantes.

Coûts

Parmi les frais annuels à prévoir :

- la masse salariale et les déplacements,
- les opérations complémentaires (gyrobroyage, fauche des refus…),
- les interventions vétérinaires et les soins divers,
- les assurances du troupeau,
- les besoins d'affouragement hivernal et autres compléments alimentaires si nécessaire,
- l'entretien des équipements

Suivi

La nécessité d'un suivi scientifique des effets du pâturage sur le milieu s'impose pour adapter les modalités de gestion en fonction des résultats obtenus et pour justifier complètement l'efficacité du pâturage ou pour expliquer les impacts négatifs observés.

Différents types de suivi peuvent être mis en place :

- suivis écologiques (habitats, flore, faune vertébrée, classiquement oiseaux et amphibiens, et faune invertébrée, classiquement papillons, orthoptères et odonates). Le suivi d'un témoin non pâturé permet d'évaluer l'impact de ce mode de gestion ;
- suivi de la pression de pâturage (intensité du broutage et piétinement, structure de la végétation, paysage) ;
- suivi de l'appétence des espèces ;
- suivi zootechnique et éthologique (notation de l'état corporel, surveillance de l'état de santé des animaux, suivi du comportement des animaux, comportements spatiaux, calendrier de pâturage, suivi du chargement, des mortalités, contrôle de performance des jeunes veaux de race…) ;
- suivi économique ;
- évaluation de la perception de la population locale ou des visiteurs.

Rappelons que la connaissance des facteurs biotiques et édapho-climatiques se révèle indispensable pour interpréter les variations non imputables à la gestion. Fonctionnement hydrologique de la tourbière et impacts des variations climatiques, et écologie des espèces cibles et dynamique de population locale, régionale et internationale sont donc à prendre en compte.

Convention de gestion

Le cahier des charges doit prévoir :

- le plan de pâturage (dates, surfaces, chargement…),

- les interventions interdites,

- l'aménagement des points d'eau,

- les travaux annexes (entretien des clôtures, des différents équipements, travaux paysagers…),

- la surveillance du troupeau et le suivi zootechnique,

- le suivi du pâturage (cahier de pâturage, fiches de suivi…).



Exclos permettant de protéger les populations d'orchis grenouille, marais de Saint Gond [51] (F. Karas, 2006)

Fauche et broyage des herbacées

Fauchage : *action de sectionner, à leur base ou près de leur base et de façon aussi nette que possible, les tiges d'une formation herbacée.*
Faucardage : *fauchage manuel ou mécanique (à l'aide de bateaux dits faucardeurs) des végétaux aquatiques des rivières et des étangs.*

Les groupements herbacés des tourbières et des marais alcalins, et notamment les groupements à grandes hélophytes, graminées, typhacées ou cypéracées sont des écosystèmes particulièrement intéressants :

- ils assurent des fonctions écologiques et hydrologiques fondamentales (faune et flore remarquables, rétention des sédiments, protection contre l'érosion des berges…) ;
- leur forte productivité permet divers usages socio- économiques (notamment la production de fourrage, de litière ou de roseau).

Ces milieux, dont la genèse est liée à leur exploitation par l'homme, ont considérablement régressé depuis la seconde guerre mondiale ; fauche et faucardage ne sont quasiment plus pratiqués. On assiste ainsi à un appauvrissement de la richesse floristique de ces milieux. La flore est progressivement dominée par des espèces affectionnant les eaux eutrophes. La faune inféodée à ces milieux est également menacée.

Effets de la fauche sur le milieu : intérêts et limites

Au sein des groupements à hélophytes, la fauche (avec exportation des produits de coupe) :

- Permet une meilleure arrivée de lumière au sol ;
- Favorise la levée de dormance des bourgeons ;
- Libère de l'espace en éliminant les tiges mortes (alors que les bourgeons et les rhizomes sont protégés dans le sol) ;
- Limite les phénomènes d'atterrissement des milieux ;
- Dynamise la croissance après coupe hivernale (avec donc une augmentation du potentiel d'accumulation de matière organique), mais cela reste cependant un effet à court terme. Les opérations doivent donc être réalisées régulièrement ;
- Réduit l'envahissement par les ligneux, favorise de nombreuses espèces animales et végétales et permet de lutter efficacement contre certaines espèces envahissantes (comme le pâturage).

Avantages :

- Outil particulièrement contrôlable : la maîtrise des paramètres (date, fréquence) permet d'intervenir au plus près des objectifs de gestion fixés.
- Outil adapté pour traiter de petites surfaces.
- Très efficace dans les phases de restauration de milieux.
- Possibilité de maintenir des espèces défavorisées par le pâturage (piétinement et/ou broutage des animaux).
- Possibilité de maintenir des espèces printanières ou sensibles à la concurrence et certaines espèces d'oiseaux.
- Une fauche hivernale des moliniaies permet le maintien de Molinia caerulea, de Cladium mariscus et de Juncus subnodulosus mais aussi l'augmentation du nombre de laîches (notamment de *Carex hostiana*) et de *Schoenus nigricans.*
- Le fauchage des molinaies-joncaies semble favoriser, par l'ouverture de la litière qu'il crée, des espèces du Molinions telles que *Serratula tinctoria* et *Selinum carvifolium*, mais permet également à *Eupatorium cannabinum* de s'implanter. Le fauchage à rythme pluriannuel (tous les 3 ans) d'un groupement voisin à *Carex panicea* n'a pas de conséquence significative sur la composition floristique, mais il ne permet pas le contrôle des espèces ligneuses (Roulier et Moret, 1987).



Layon fauché, Villers sur Authie [80]

La fauche peut être utilisée seule ou bien en complément d'autres techniques (coupe de refus de zones pâturées...). Les inconvénients de la fauche sont la plupart du temps contournables grâce à des techniques et des périodes d'intervention adaptées.



Touradons de choin noirâtre favorisé par la fauche [51]

A Pagny-sur-Meuse, certaines parties du marais ont ainsi été soustraites de l'action du pâturage au profit d'actions de fauche pour préserver le choin noirâtre (Schoenus nigricans) *et la sanguisorbe officinale* (Sanguisorba officinalis).



Travaux de restauration (fauche, débroussaillage, ratissage), grande tourbière de Marchiennes [59]

Limites :

➲ Difficulté d'intervention en terrains humides. La forte hydromorphie pénalise les opérations de fauche mécanisées et est responsable d'un fort compactage du sol. Une gamme de matériels spécifiques peut être employée, tant en matière de tractage que de dispositif de coupe : la qualité de la gestion dépend alors du choix effectué.

➲ Opération non sélective qui traite uniformément toutes les espèces végétales et ne favorise pas l'hétérogénéité structurale des milieux (à la différence du pâturage).

➲ Risques de mortalité pour les animaux ne pouvant pas fuir assez rapidement ou ayant une stratégie de défense liée à l'immobilisme (oisillons, batraciens, reptiles, araignées, insectes...). La fauche peut également avoir des effets négatifs indirects sur la faune.

La fauche occasionne de lourdes pertes parmi la faune entomologique. Par exemple, une fauche estivale peut en effet entraîner une réduction de l'ordre de 90% des effectifs initiaux de papillons de jour. En revanche, une fauche en octobre, alors que l'entomofaune est en grande partie réfugiée dans les couches superficielles du sol, est bien moins préjudiciable : les pertes se chiffrent aux environs de 25%. Une fauche à la fin du mois de juin, durant la période de vol de beaucoup de papillons de jour hygrophiles, occasionne un impact avoisinant 50% de l'effectif total, soit un niveau intermédiaire entre les deux valeurs extrêmes précédentes.

➲ Certaines espèces végétales peuvent être défavorisées par la fauche (par exemple, les espèces à floraison tardive).

➲ Pratique nécessitant une bonne restauration préalable des parcelles (élimination des résidus de ligneux, parcelle mécanisable pour les grandes surfaces).

➲ Une fauche hivernale des phragmitaies peut favoriser le phragmite ainsi que les espèces pionnières des coupes (*Eupatorium cannabinum, Cirsium arvense et Epilobium hirsutum*).

Aspects techniques

Fauche de restauration et fauche d'entretien : deux phases complémentaires

On distinguera la fauche de restauration, qui aboutit à une modification des conditions du milieu et nécessite souvent du matériel puissant (présence de végétation haute, voire ligneuse, nécessitant généralement des opérations de broyage), de la fauche d'entretien, qui vise un maintien en l'état des milieux et intervient souvent après une phase de restauration.

Période et fréquence de fauche

Les dates et la fréquence de fauche sont souvent à déterminer de manière expérimentale en fonction :

➲ de la végétation initiale et de ses potentialités à être restaurée,

➲ des cycles biologiques des espèces à favoriser (plantes, insectes, oiseaux…),

➲ des conditions hydriques (en relation avec le type de matériel utilisé),

➲ de la valorisation éventuelle des produits de fauche.

Elles peuvent également parfois être adaptées en fonction de contraintes externes (dates d'ouverture de chasse pour l'organisation de la fauche de layons en Nord-Pas-de-Calais par exemple).

Date de fauche. Une fauche réalisée à partir de mi - août, voire septembre serait idéale. Elle permet en effet d'éviter les périodes de nidification de la grande majorité des espèces d'oiseaux nichant au sol, de ponte et de chrysalidation de nombreuses espèces d'insectes et les périodes de floraison et de fructification de la plupart des espèces végétales. Cependant, une fauche réalisée trop tardivement est défavorable aux espèces végétales de mégaphorbiaie ou aux grandes graminoïdes. Elle est également défavorable aux orthoptères ayant un développement plus tardif.

La **fréquence de fauche** est déterminée par le cycle biologique des espèces animales et végétales que l'on souhaite favoriser en tenant compte de la dynamique et de la productivité de la végétation concernée. La vitesse d'évolution du milieu est déterminante.

➲ Prairies à molinie : une fréquence de fauche tous les 2 ou 3 ans en automne semble suffisante pour un maintien du milieu. Un rythme de fauche plus soutenu sera nécessaire dans le cas d'une remise en état du site, pour éviter des bourrages importants du système de coupe ou dans le cas d'une exploitation annuelle des produits de fauche. La fauche peut dans certains cas favoriser la molinie au détriment d'autres espèces végétales moins compétitives.

➲ Cladiaies : il est préconisé une fauche tous les 3 à 5 ans (en fonction de la densité et de la vigueur souhaitées du marisque), avec exportation de la matière organique. Cette fauche doit être tardive (août-sep-

tembre), mais doit également laisser au marisque la possibilité de se redévelopper suffisamment (l'espèce croît toute l'année) pour éviter que les bourgeons à la base des tiges, mis à nu, ne se trouvent exposés aux inondations ou aux gelées auxquelles ils sont sensibles.

➲ Tourbières basses alcalines : elles peuvent être fauchées annuellement.

➲ Mégaphorbiaies : elles nécessitent des intervalles très longs entre les fauches (supérieurs à 3 ans).

Il peut être intéressant, notamment sur les grands sites, de varier les fréquences et les périodes de fauche de manière à favoriser la création de structures en mosaïque diversifiant les habitats et leurs espèces associées.



Fauche de tremblants, Bourdon [80]

Matériel utilisable

Le choix du système de coupe dépendra :

➲ de la nature de la végétation à faucher,

➲ de l'hydromorphie du sol (et donc de sa portance).

La fauche peut être réalisée manuellement (faux, débroussailleuse).

Il existe plusieurs systèmes de coupe mécanisée :

➲ les faucheuses à barres de fauche avec une lame cisaillante (idéale pour des fauches d'entretien avec récupération du foin) mais "bourrant" et cassant très facilement (mal adaptées en fauche de restauration),

➲ les faucheuses rotatives à lame horizontale,

➲ les broyeurs à axe horizontal qui attaque la végétation de front,

➲ les broyeurs à axe vertical (gyrobroyeur) qui attaque la végétation par le haut.

Les matériels spécialisés automatisant le ramassage de la litière sont très onéreux. L'utilisation d'outils sectionnant plutôt



Fauche de tremblants, Bourdon [80]

Restauration des cariçaies et des mégaphorbiaies paratourbeuses

La fauche exportatrice automnale sur des mégaphorbiaies paratourbeuses à molinie est peu concluante par rapport aux possibilités de restauration de prés tourbeux. Une telle fauche conduit globalement au maintien des espèces de mégaphorbiaies, à la régression de la laîche des marais et souvent au développement de la molinie bleue. Des expériences de fauche automnale suivie d'un ratissage peuvent permettre une baisse sensible du niveau trophique. Ce serait une bonne technique pour l'entretien et la restauration de cariçaies et de mégaphorbiaies méseutrophes, voire mésotrophes, à partir de mégaphorbiaies très évoluées.

Sites à forte dynamique ligneuse

Sur certains bas- marais, compte tenu de la dynamique arbustive, une intervention annuelle durant une période de 4 à 5 ans (durée approximative d'épuisement des souches par fauche répétée) peut être programmée. Par la suite, une fréquence plus espacée pourra être adoptée (une fauche tous les 2 à 3 ans).

Restauration de cariçaies envahies par la roselière

Une fauche printanière ou estivale avec exportation est plus efficace qu'une fauche hivernale pour restaurer les cariçaies, car elle épuise les réserves des rhizomes et diminue ainsi la vigueur du roseau.



Broyage de ligneux dans une roselière

Les populations de Vertigo moulinsiana *dans la grande tourbière de Marchiennes (59) sont localisées principalement le long des berges de l'étang et de différents fossés. La fauche des cariçaies et roselières épargne donc chaque année ces berges.*

qu'arrachant peut permettre en outre de respecter les végétaux et ne pas déstructurer les sols.

Les différents engins utilisables et leurs caractéristiques sont largement décrits dans "La gestion conservatoire des tourbières de France" (Dupieux, 1998).

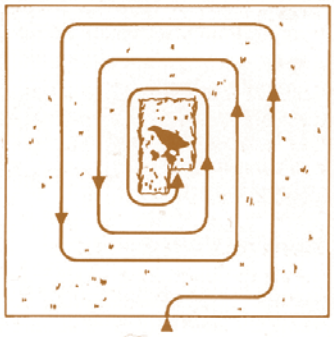
Principes et précautions pour la fauche

➲ **Fauche par rotation** : afin de limiter les effets négatifs de la fauche, le territoire sera divisé en tiers homogènes fauchés chaque année à tour de rôle ;

➲ **Maintien de zones refuges et de corridors**, qui constituent des zones de repli pour la faune qui pourra par la suite recoloniser le milieu ;

➲ **Pratique de la fauche centrifuge :** il faudra éviter dans tous les cas la fauche de l'extérieur vers l'intérieur qui piège les animaux (oiseaux, mammifères, reptiles et batraciens notamment). On préférera une fauche qui débute au centre de la parcelle ;

➲ **Privilégier le matériel adapté aux sols peu portants :** limiter la circulation des engins mécaniques lourds en réduisant au strict minimum le nombre de passages ; utiliser de préférence des engins équipés de pneus basse pression ou de chenilles (motofaucheuses, quads, petits tracteurs de type vigneron selon la taille des parcelles).

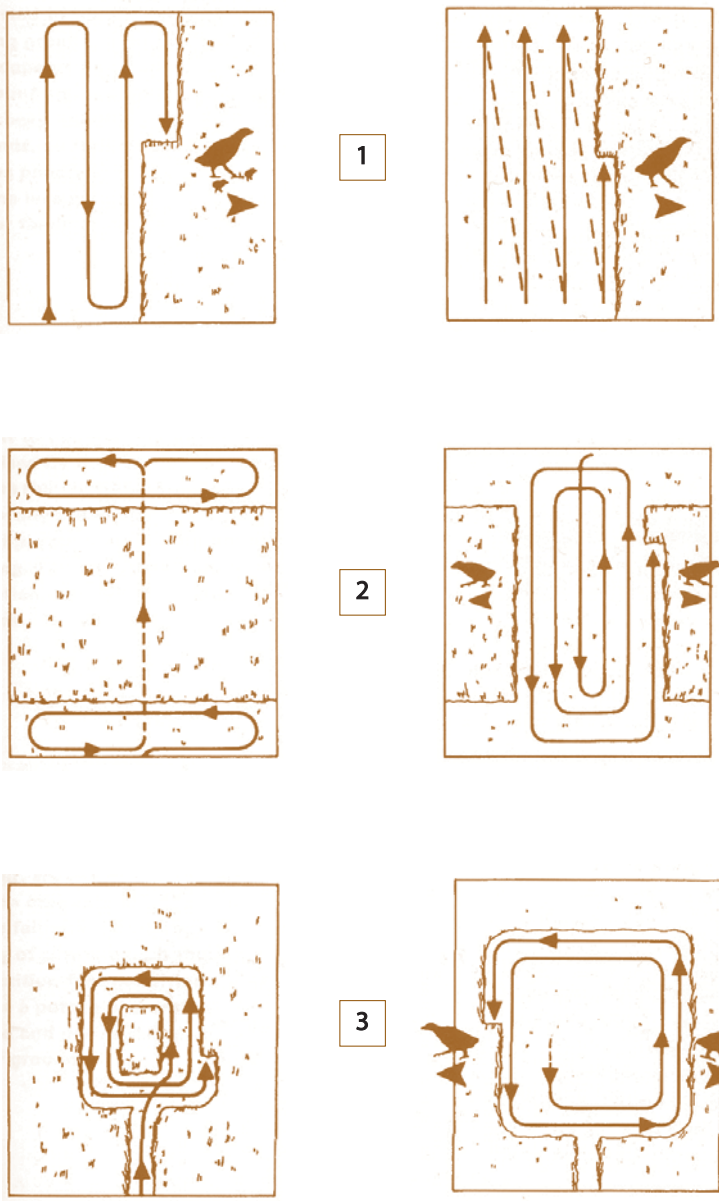


En fauchant de l'extérieur vers l'intérieur de la parcelle, la faune se trouve piégée au centre.

1. Faucher la parcelle en bandes, d'un bout à l'autre. Les pointillés indiquent un déplacement en marche arrière.

2. Commencer par faucher une bande centrale, puis faucher autour de cette bande vers l'extérieur de la parcelle.

3. Faucher directement vers le centre de la parcelle, puis poursuivre la fauche autour de ce point central vers l'extérieur.



d'après J. Andrews, M. Rebane, 1994

Alternatives à la fauche centrifuge

Gestion des roselières

Les opérations de gestion sont multiples et dépendent essentiellement :
- des caractéristiques de la roselière (sur sol tourbeux ou pas),
- des objectifs du gestionnaire (création, restauration, maintien ↗ ou élimination ↘ de la roselière).

(Source : Sinnassamy JM., Mauchamp A., 2001)

Actions et techniques	Avantages	Risques et précautions
Coupe hivernale à la machine (motofaucheuse manuelle, barre de coupe type faucheuse/ lieuse)	- Réduit l'invasion des ligneux - Stimule la croissance ↗ - Augmente la densité des tiges l'année suivante ↗ - Correspond à une valorisation économique du milieu	- Risque de compactage du sol suivant les engins utilisés - Préférence des roseaux issus d'une coupe annuelle pour la toiture - Modification de la structure (densité, diamètre des tiges) - Impact sur les invertébrés - Homogénéisation du milieu - Nécessite une gestion de l'eau spécifique (baisser les niveaux d'eau lors de la coupe, éviter de noyer les tiges coupées juste après)
Coupe hivernale manuelle	- Pas de compactage - Coupe plus irrégulière	- Pour de petites surfaces
Coupe estivale	- Favorise la diversité des milieux en affaiblissant le roseau ↘ - Réduit l'invasion par les ligneux - Réduit l'accumulation de matière organique	- Impact sur la reproduction de la faune - Diminution de la densité et de la hauteur des tiges les années suivantes ↘ - Affaiblissement durable si répété ↘
Assèchement par gravité (en profitant des variations climatiques) ou pompage	- Aère le sol - Favorise la minéralisation - Favorise la colonisation du roseau des espaces ouverts ↗ - Méthode douce 'proche de la nature'	- Accessibilité et portance pour le tracteur en cas de pompe mobile - Risque de colonisation par les ligneux si trop prolongé ou trop fréquent - Dépend de la configuration et de l'hydraulique du site - Peut être difficile et long - Risque de diminution des surfaces en eau - Favorise l'accès des herbivores et des prédateurs
Compactage (engin style dameuse)	- Ralentit la croissance et l'évolution des roselières ↘	- Irréversibilité - Impacts sur la faune (microfaune du sol)
Curage/étrépage : enlever la couche superficielle (5 à 30 cm) avec une pelleteuse ou manuellement	- Rajeunit la roselière ↗ - Permet de rehausser le niveau relatif de l'eau	- Coût - Devenir des déchets de curage - Vérifier la portance du sol dans le cas d'utilisation d'engins lourds
Feu : pendant un vent léger, sur une roselière sèche, faire passer un feu « lent » qui va attaquer la litière	- Rapidité et coût peu élevé	- Délicat à contrôler (pare-feux) - Peu de connaissance sur les impacts à long terme, en particulier sur les invertébrés - Libère du carbone dans l'atmosphère - Produit des cendres - En hiver, facilite la repousse l'année suivante ↗ - Au printemps, entraîne une diminution des réserves pour l'année suivante ↘

Broyage

Le broyage avec une récolteuse à fléaux permet de broyer la végétation herbacée. La possibilité de rajouter une goulotte présente un avantage par rapport à un gyrobroyeur car il autorise la récupération des résidus dans une benne. C'est en fait une alternative à la fauche et au brûlis dirigé. Les effets sur le milieu naturel sont les



Broyage sans ramassage, Villers sur Authie [80]



Broyage et andainage de joncs et de molinie



Fauche et débroussaillage d'une roselière

mêmes que pour la fauche. Cependant, cette méthode demande deux fois moins de passage de machines lourdes que la fauche et, par conséquent, tasse moins le sol. Cependant, le broyage avec exportation pourrait avoir des effets beaucoup plus néfastes sur les invertébrés que la fauche.

Une valorisation des résidus du broyage, mélangés à de la tourbe, est possible pour faire du compost. Un essai a été lancé avec la société France Tourbe en septembre 1997. Ce type de valorisation présente l'avantage de rendre possible la réalisation tardive des travaux, contrairement à la fauche qui doit être réalisée assez tôt en saison pour avoir une chance d'être valorisée. Cette opération peut être réalisée par des entreprises de travaux forestiers (ou par des agriculteurs).

Précautions à respecter pour l'entretien des roselières

➲ **Éviter ou éliminer les bourrelets de curage** en lisière de roselière autant que possible *(fiche Effets de l'érosion et désenvasement)* ;

➲ **Favoriser et conserver au maximum les grandes unités** (pour le butor étoilé par exemple). Quelques "percées" favorisant les écotones peuvent être maintenues ;

➲ **Favoriser les rives en pente douce**. Les lisières inondées sont les plus riches à tout point de vue. Le maximum d'intérêt pour les invertébrés est obtenu à 10 mètres de l'eau, à l'intérieur de la roselière. Ce type d'aménagement est très favorable au blongios nain et à la rousserolle turdoïde ;

Les chenilles de plusieurs espèces d'hétérocères remarquables passent l'hiver dans les tiges de roseaux. Celle du Cossus des roseaux y vit 3 ans. D'autres ont un développement larvaire qui peut durer 5 ans. Il ne faut donc couper les phragmites que par rotation pluriannuelle et surtout ne pas brûler les tiges sèches. La même précaution doit être respectée pour le champignon Mycena bulbosa *inféodé lui aussi aux phragmitaies.*

➲ **Éviter les brûlis de roseaux au printemps** ou les coupes de printemps qui perturbent les oiseaux en pleine période de nidification, qui fatiguent le roseau et détruisent directement des communautés d'invertébrés. Ces pratiques favorisent les plantes de milieux perturbés (cirses). On pourra pratiquer le brûlis en hiver, sur litière humide, pour favoriser le roseau ;

➲ **Intervenir entre décembre et début mars pour favoriser la roselière** en limitant les dérangements de la faune ;

➲ **Exporter le maximum d'éléments pour affaiblir la roselière.** Le mieux est alors de couper les végétaux en fin d'été (jusqu'en octobre) ;

➲ **Ne pas négliger le rôle de la roselière en hiver** (installation de dortoir) : les interventions devront toujours être faites si possible sur des zones réduites, quitte à traiter la surface désirée en plusieurs petites places ;

➲ **Contrôler les ligneux dans les roselières** *(fiche Limitation mécanique des ligneux)*. Quelques ligneux peuvent être maintenus pour la faune notamment ;

➲ **Abandonner certains fossés** coupant la roselière. Le nombre de chenaux est souvent trop élevé et leur présence ne se justifie pas forcément. L'envasement des fossés créera des milieux très favorables au développement de nombreux insectes et au nourrissage de l'avifaune. On pourra envisager un curage tous les 5 à 25 ans selon la rapidité de comblement et effectuer une rotation entre les fossés existants. Leur abandon permet entre autres de limiter la fréquentation de certaines zones. Pour les fossés les plus utilisés on pourra aménager les rives en pente douce en supprimant la végétation sur 2 à 5 mètres de large pour créer des places de nourrissage ;



Pressage de la végétation herbacée

➲ **Ne pas dégager de trop grandes surfaces de roselière par temps très froid,** les rhizomes de phragmites étant susceptibles de geler ;

➲ **Veiller à la qualité des eaux** si on souhaite exploiter le roseau à des fins commerciales (paillage, couverture). L'excès de nitrates dans les eaux conduit à la production par la plante de tiges longues, de faible diamètre et cassantes, incompatibles avec leur utilisation artisanale ;

➲ **Prévoir une baisse sensible des niveaux d'eaux en été** pour permettre une oxydation accélérée de la litière et donc un ralentissement de l'atterrissement (uniquement pour les roselières non tourbeuses);

➲ **Prévoir un étrépage** du sol des roselières sur 10 à 50 cm tous les 30 à 50 ans pour rajeunir le milieu et permettre la réinondation de la roselière (permise également par l'augmentation du niveau d'eau).

Devenir des matériaux de fauche

➲ **Affouragement** en vert ou déshydraté : Lorsque la portance du sol le permet, l'idéal est d'effectuer des travaux agricoles traditionnels, à l'aide d'une faucheuse, d'une faneuse-andaineuse et d'une presse-ramasseuse pour l'élaboration de balles ou d'une ensileuse. La valeur fourragère des résidus de fauche tardive est néanmoins faible et satisfait rarement aux besoins énergétiques des animaux ou aux exigences de rentabilité actuelle des élevages, excepté le foin de molinaies.

➲ **Utilisation pour le compostage** avec éventuellement mise à disposition des riverains (permet une communication concrète autour du compostage et le maintien d'un lien social autour du marais).

➲ **Exportation** (avec brûlage préalable ou non) ;

➲ **Utilisation comme matériau de comblement** ;

➲ **Valorisation comme foin ou litière ;**

➲ **Valorisation du roseau** (chaumières, palissades, coupes-vent…).



Essai de brûlage des andains, avant et après, Mareuil-Caubert [80]

Coûts

Coût de la fauche en marais (en euros/ha)

Moyens	Entreprise	Agriculteur	Régie interne
Outils manuels	620		370
Semi-motorisé	500		610
Matériel agricole	220	200	210
Matériel spécialisé	550		480

(Source : Espaces Naturels de France, 2000)

Ces coûts sont en fait très variables, comme le montrent les exemples ci-dessous :
— Fauche et ratissage de la litière (fin d'été avec exportation) : 8000 euros/ha
— Fauche de mégaphorbiaie et des bordures de chemin : 1000 euros/ha
— Fauche exportatrice : 100 euros/ha

Aspects réglementaires

La législation communautaire sur les jachères doit être respectée (notamment les dates de fauche). La loi développement des territoires ruraux du 23 février 2005 préconise la délimitation de zones humides stratégiques pour la gestion de l'eau et des zones humides d'intérêt environnemental particulier. Elle prévoit la mise en place de plan de gestion dans ces zones. La mise en place de mesure de fauche et de broyage devra donc être également être conforme aux mesures de gestion définies dans ces plans de gestion.

Le réseau « roselières »
À la demande de son réseau d'acteurs, le pôle-relais "zones humides intérieures" a réalisé en 2003 un recueil d'expériences en matière de gestion de roselières. L'objectif de ce document est de susciter et de favoriser les échanges et les contacts entre les acteurs des zones humides en présentant, pour plusieurs sites à roselières, les opérations de gestion mises en œuvre pour répondre à des objectifs préalablement définis. Face au succès rencontré par ce recueil d'expériences, le pôle-relais "zones humides intérieures" et plusieurs organismes et réseaux de gestionnaires (RNF, Tour du Valat, Fédération des PNR, ONCFS, IFEN, Rivages de France, EID, Fédération des CREN, MNHN de Paris…) ont engagé en 2004 une réflexion sur les moyens et outils permettant de mutualiser les expériences, connaissances et compétences, de mieux savoir quelle initiative est portée et par qui, et de mettre en place une coordination nationale.



De ces réflexions naît le réseau national sur les roselières, dont les 3 missions sont :
• le suivi des roselières au niveau national : localisation, inventaire, état et suivi de l'évolution ;
• l'extension du protocole du Rezo du rozo de RNF aux réseaux d'acteurs des zones humides au niveau national ;
• la mise en place d'outils permettant de mutualiser l'existant : expériences, connaissances, études, inventaires, groupes de travail, compétences…

Recueil d'expériences en matière de gestion des roselières

Sites	Problématiques, techniques employées, résultats et limites
RN des étangs du Romelaëre [62]	• Mécanisation progressive du fauchage des roselières et des mégaphorbiaies : dispositif complet de fauche exportatrice depuis 2000 (barge, tracteur, faucheuse, andaineuse et presse). • Interventions ciblées et économes en main d'œuvre sur les roselières dès la fin du mois d'août. • Récolte annuelle d'environ un millier de bottes de foin d'une quinzaine de kilos, utilisées pour reconstituer des digues situées sur des hauts fonds de l'étang du Romelaëre.
Marais du Rabuais [91]	• 7 parcelles expérimentales (2,4 ha) totalement débroussaillées (débroussailleuses, tronçonneuses) afin de rétablir une végétation herbacée. • Réapparition de quelques espèces végétales et amélioration des conditions d'accueil de la faune.
Marais de la Souche [02]	• Adaptation des campagnes de fauche et de faucardage aux périodes de floraison et de fructification des différentes espèces végétales remarquables (objectif d'extension des populations de grande douve et de préservation des herbiers à potamot coloré).
Marais de Léning [57]	Le site était traditionnellement utilisé comme prairie à litière. Une fauche agricole tardive est réalisée après le 1er juillet et une fauche en régie est faite pour les secteurs non accessibles par les tracteurs agricoles.
Vallée de l'Authie [62]	• Adaptation des pratiques habituelles de création des layons et platières : la société de chasse fauche ou gyrobroye et le CSNNPC finance l'exportation. Le gyrobroyage n'est pas une alternative satisfaisante pour l'exportation, les produits trop fins s'envolent lors du passage de l'engin et le ramassage ne permet d'exporter qu'une petite part de la matière. • La fauche avec exportation de roselières atterries a permis d'augmenter nettement les populations de Samole de Valerandus, d'Epilobe palustre, de Calamagrostis blanchâtre… • La fauche de layons a généré le développement des stations de Samole de Valerandus, de Laîche à fruits écailleux, d'Hottonie et de Baldellie fausse-renoncule…
Vallée de la Somme [80]	• A Mareuil-Caubert, la gestion par fauche estivale permet une « explosion » des populations d'espèces remarquables comme *Fritillaria meleagris, Lathyrus palustris, Dactylorhiza praetermissa, Scorzonera humilis. Epipactis palustris* est réapparu après 3-4 ans de fauche estivale. • Sur des tremblants instables non mécanisables : — la fauche donne de bons résultats pour *Ranunculus lingua*. La double fauche (estivale et automnale) est en cours de test ; — les peuplements de *Carex lasiocarpa* et d'*Anagallis tenella, Utricularia minor* et *Sparganium minimum* dans les gouilles se développent ; — à La Chaussée-Tirancourt, la fauche régulière d'un tremblant à sphaignes a favorisé l'apparition d'Utricularia minor et fortement dynamisé les populations de *Stellaria palustris, Lathyrus palustris, Carex rostrata, Epilobium palustre*… • Concernant la faune, le passage de *mégaphorbiaies/cariçaies* denses à des bas-marais grâce à la fauche favorise le retour ou l'apparition de nombreux orthoptères, dont le rare criquet ensanglanté, et favorise les odonates dans les gouilles peu profondes auparavant envahies par les hautes herbes.

Exemples du bassin parisien

Les exemples présentés ci-dessus sont donnés à titre indicatif. Les résultats ne sont pas généralisables.

Suivi, évaluation

Le suivi des impacts de la fauche ne doit pas s'intéresser uniquement à la flore. Il y a souvent une déconnection (parfois extrême) entre les modifications de flore et de faune invertébrée face à certaines mesures de gestion.

Bibliographie

DUPIEUX N., 1998 / Espaces Naturels de France, 2000 / HAWKE CJ., JOSE PV., 1996 / LE BIHAN, J. & BIRARD, C., 2004 / MAUCHAMP A., THIBAULT M., YAVERKOVSKI N., 2003 / RICHARD P., DABRY J., 2004 / ROULIER et MORET, 1987 / SINNASSAMY & MAUCHAMP, 2001



Lathyrus palustris, favorisé par une fauche régulière

Gestion par le feu

Le feu joue un rôle important dans la structuration des écosystèmes naturels. Ses effets sont complexes selon la période, sa durée, son intensité, sa nature, les interactions avec d'autres perturbations et les caractéristiques du paysage. Il est maintenant utilisé couramment comme outil de conservation, surtout dans les milieux où les activités humaines ont modifié le régime des feux (Norton et de Lange, 2003). La gestion par le feu est plus fréquente, donc mieux comprise, dans les milieux prairiaux, arbustifs ou forestiers. Cependant, elle intervient également dans les zones humides avec des effets importants en termes de biodiversité, les experts ayant des points de vue différents sur ses bienfaits selon leurs centres d'intérêt (tourbe, végétation, invertébrés, vertébrés).



Gestion par le feu, marais du Pendé [80]

Historique de l'utilisation du feu dans les espaces naturels

Le feu volontaire est utilisé de manière traditionnelle depuis le Moyen-Age dans certains marais du bassin parisien (Champagne-Ardenne, Nord-Pas de Calais, Picardie…). Pratiqué dans le but de maintenir ouverts des milieux qui étaient ensuite pâturés et/ou fauchés, il permettait d'obtenir une repousse tendre appréciée des animaux en pâture. Il avait aussi pour objectif de limiter la végétation dans les fossés. Il permettait aussi probablement d'éviter les feux accidentels qui pouvaient menacer les cultures, les prairies, etc. Le brûlage est très largement utilisé depuis des siècles pour rajeunir et entretenir les roselières.

Le plus souvent, la végétation était brûlée par des feux courants, en hiver, quand les niveaux d'eau étaient suffisamment élevés pour ne pas enflammer la tourbe. Dans le marais de Saint-Gond [51], les marais de la Souche [02] ou les marais de la Somme [80], pratiqué à la fin de l'hiver lors des journées les plus froides (janvier, février, mars) par vent faible et lorsque le niveau d'eau était affleurant, ce feu courant permettait de brûler les jeunes pousses de saules tout en favorisant une repousse vigoureuse de la végétation herbacée pour le bétail.

Cette pratique est encore régulièrement utilisée par certains propriétaires privés, mais de manière « non officielle » sans respect de la réglementation en vigueur. Des chasseurs au gibier d'eau entretiennent ou restaurent ainsi leur marais (près des huttes ou des platières à bécassines) pour en limiter le boisement.

En France, les gestionnaires s'interrogent actuellement sur ce mode de gestion, dont on connaît peu les impacts sur le milieu. D'autres pays appliquent cette technique depuis longtemps pour gérer des milieux naturels. Il existe un réseau spécialisé : European Fire in Nature Conservation Network, initié par l'Academy for Nature Conservation (Allemagne).



Parcelle brûlée dans le marais de St Gond [51]

Quelques définitions :

Feu agricole ou pastoral : *pratique traditionnelle d'incinération de végétaux sur pieds ou coupés, mise en oeuvre par les agriculteurs ou les éleveurs eux-mêmes, sur des surfaces limitées, sans moyen particulier. Le feu doit être réalisé par le propriétaire du terrain, dans le respect de la réglementation en vigueur.*

Brûlage dirigé : *opération d'aménagement et d'entretien de l'espace comprenant la réduction du combustible sur les ouvrages de prévention ou la gestion des forêts, des pâtures, des landes et des friches. Il consiste à conduire le feu de façon contrôlée et planifiée en toute sécurité. Il est mis en œuvre par des équipes spécialisées respectant les arrêtés préfectoraux. Accompagnés de moyens de lutte qui peuvent être conséquents, cet outil est apparenté aux travaux de débroussaillement et de prévention des incendies de forêt (Loi d'orientation forestière du 9 juillet 2001).*

Écobuage : *mode de préparation et de fertilisation du sol qui consiste à détacher la couche herbeuse du sol, à la faire sécher et ensuite brûler pour en répandre les cendres. Ce terme est généralement utilisé à tort pour parler d'un feu agricole ou pastoral.*

Pratiquée exceptionnellement dans le cadre de la restauration de milieux fermés, cette pratique permettrait a priori d'obtenir des résultats globalement positifs pour des coûts très abordables. Ce type de travaux doit impérativement être réalisé avec grande prudence. Les changements climatiques envisagés rendront les tourbières encore plus sensibles aux incendies (Moore, 2002).

Objectifs préventifs et curatifs

On distingue :

- le brûlage d'entretien sur de petites surfaces (sur refus d'herbe et de ligneux) avec un recouvrement des ligneux inférieur à 30 %,
- le brûlage de restauration d'un espace embroussaillé sur une surface importante avec suffisamment de biomasse sèche sur pied pour conduire le feu. Cette opération est souvent associée à d'autres modes de gestion (pâturage, éventuellement complété par un broyage).

Les objectifs sont variables selon les gestionnaires et les sites :

- limiter l'enfrichement et préserver des milieux et des paysages ouverts,
- obtenir un verdissement précoce et donc accroître les potentialités pastorales,
- éliminer les refus du pâturage,
- limiter des espèces des milieux embroussaillés et favoriser les espèces animales et végétales des milieux ouverts.

Impacts du feu sur les milieux naturels

En France, l'impact des feux courants a été principalement étudié en région méditerranéenne. La plupart des données présentées ci-dessous résultent d'expériences menées par l'INRA d'Avignon. Elles sont donc à appliquer aux milieux tourbeux avec une grande prudence.

Effets sur le sol : peu d'éléments de connaissance concernant les milieux tourbeux

Les effets sur le sol sont essentiellement conditionnés par des seuils de température. Plus la phytomasse arbustive est importante, plus les températures sont importantes.

Seuls 5 à 15 % de l'énergie libérée pendant la combustion est transmise au sol. Un sol 'classique' non tourbeux conduit mal la chaleur : la couche de sol concernée par un échauffement significatif n'excède pas 5 à 10 cm. La litière selon son épaisseur, sa structure et sa teneur en eau joue soit le rôle de combustible, soit le rôle d'isolant. En conditions idéales, la partie supérieure brûle et la partie inférieure joue le rôle d'isolant.

Les températures les plus élevées sont observées au niveau où la densité de végétation est maximale et au niveau du toit de la végétation (ou juste en dessous). La température décroît ensuite fortement en dessous et au-dessus de ces zones. A la surface du sol, les températures peuvent être très variables (50 à 700°C). A partir de 0,5 cm de profondeur, la température est inférieure à la température létale des graines (70°C). Elle est par contre probablement fatale aux parties souterraines des plantes. Bien que meilleur conducteur qu'un sol sec, un sol humide s'échauffe moins facilement car sa masse volumique est supérieure et la vaporisation de l'eau consomme de l'énergie. Il reste cependant difficile d'évaluer les températures atteintes dans un sol tourbeux en fonction de son taux d'humidité.

La tourbe sèche est par contre un excellent combustible. Cela peut entraîner des risques de combustion de la tourbe en surface. Le feu peut alors couver très longtemps pour ressortir en un ou plusieurs foyers. Les risques sont d'autant plus forts que les volumes de végétaux accumulés, faute de gestion régulière, sont importants et que la nappe d'eau n'est pas affleurante.



La gestion par le feu se substitue au pâturage dans le marais Vernier [27]



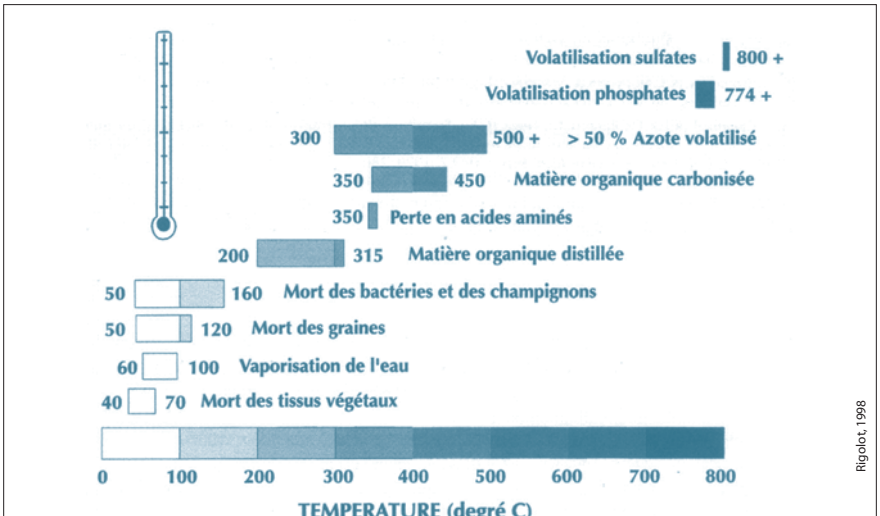
Briques de tourbe. La tourbe est un excellent combustible

Modifications de la structure et de la porosité de la tourbe

La porosité de la tourbe peut être affectée par l'évaporation de l'eau initialement contenue dans la tourbe, par le colmatage par les cendres et par un affaissement de la structure consécutif à la perte de matière organique. Une 'croûte' peut se former en surface (dépôt de goudron lié à la combustion de la tourbe). La capacité d'infiltration de l'eau est donc également affectée, ce qui peut avoir des conséquences sur l'alimentation en eau de la tourbière et sur l'érosion des couches dégradées (et sur les possibilités de germination). Ces modifications sont irrémédiables.

Modifications chimiques de la tourbe

Sur sol 'classique', non tourbeux, le feu détruit la matière organique et le pH augmente de une ou deux unités au niveau de l'horizon organique et à la surface de l'horizon organo-minéral. Sur un sol tourbeux alcalin, il est difficile de savoir quel en est l'effet. Toutefois, le brûlage de roselière est traditionnellement utilisé en marais pour les fertiliser. Une élévation de pH pourrait résulter de l'apport de matériaux alcalins dans les cendres et de la destruction des acides organiques. La tourbe peut être irrémédiablement dégradée ; un niveau d'eau affleurant pendant le brûlage et après, limite ce risque.



Fourchettes de températures pour les principaux événements physiques, chimiques et biologiques du sol

Après le passage du feu, la disponibilité en nutriments dans le sol augmente du fait de la minéralisation de la matière organique. L'essentiel de la matière minéralisée vient enrichir le sol par apport de cendres, et une partie se volatilise dans l'atmosphère, en particulier l'azote qui se volatilise à faible température (200°C). Les éléments minéraux contenus dans ces cendres sont facilement mobilisables par la végétation et les micro-organismes.

Des effets sur les micro-organismes du sol très mal connus en milieu tourbeux

Les micro-organismes du sol (micro-flore, micro-faune, bactéries, champignons…) sont très influencés par l'aération, le pH, la température et la disponibilité en nourriture du sol et, par conséquent, toute perturbation affectant ces propriétés va agir sur leur population. Selon l'intensité du choc thermique, une mortalité plus ou moins importante peut être attendue (microfaune et microflore) dans les 5 à 10 premiers centimètres de sol.

Certains micro-organismes peuvent être en revanche stimulés par la libération des nutriments par le brûlage, et la reprise d'activité des bactéries dans les premiers horizons du sol serait rapide (observé dans des milieux non tourbeux). Ces données sont difficilement extrapolables pour les sols tourbeux.

Effet sur la faune

Les feux ont un impact fondamentalement différent selon la saison et les groupes considérés. Au printemps et en été, leurs conséquences sont plus graves qu'en hiver sur les vertébrés en phase de reproduction.

Il n'est pas facile de distinguer les effets directs, c'est-à-dire la mortalité liée au feu (destruction des larves et pontes d'insectes, des nids d'oiseaux), des effets indirects liés aux déplacements consécutifs à l'altération de l'habitat.

En maquis méditerranéen, la mortalité directe par le feu (feu contrôlé hors période de nidification) chez les oiseaux et les petits mammifères serait quasi-nulle. L'impact est par ailleurs plus fort pour les invertébrés inféodés à la végétation que pour les invertébrés du sol ou aériens. Cependant, les espèces des garrigues développent des adaptations au feu, les incendies faisant partie du cycle naturel de renouvellement des milieux méditerranéens. Trop souvent répété et réalisé en période de reproduction, le brûlage en tourbière perturbe la faune, notamment les invertébrés (insectes, vers, nématodes, mollusques), les micromammifères et les oiseaux. Les amphibiens et les reptiles qui hibernent dans le sol peuvent également être victimes de ces pratiques en hiver.

Tel qu'il est pratiqué aujourd'hui, avec une périodicité de 2 à 3 ans, l'usage du feu modifie la résilience des cortèges faunistiques des tourbières et marais du bassin parisien, la fréquence de la perturbation limitant la capacité de réponse des espèces.

Au Nord de l'Angleterre, le conflit entre chasseurs de grouse et protecteurs de la nature défraie la chronique. Les feux volontaires de landes tourbeuses et tourbières sur des superficies importantes favorisent la reproduction et l'alimentation de ces oiseaux au détriment des autres espèces. Dans le cadre de leur Plan d'action Habitat, les Britanniques préconisent d'éviter le brûlage des milieux tourbeux qui détruit un grand nombre d'invertébrés vivant en surface ainsi que les espèces végétales dont ils dépendent, les feux intenses anéantissant les espèces vivant dans le sol. Des espèces rares et protégées sont ainsi menacées. Le changement de composition floristique dû à l'installation d'espèces végétales pyrophiles retarde d'autant le retour du cortège d'invertébrés adaptés aux milieux tourbeux notamment les Homoptères et Orthoptères (Buglife, 2006).

Suite à un feu accidentel en été dans un marais du Nord-Pas de Calais, une faible diversité d'insectes et l'absence presque totale d'orthoptères ont été observées. Après un feu accidentel printanier, le même constat a été fait sur les populations d'orthoptères dans des landes humides paratourbeuses à éricacées (RN de Versigny [02]). Dans les landes tourbeuses de Kalmthout (Belgique), gérées traditionnellement par le feu, la diversité en insectes est également très faible.

Par contre, dans un marais inondé à marisque en Camargue, la combinaison de zones brûlées et de zones non brûlées, voulue par les gestionnaires, offre des micro-habitats recherchés par le butor étoilé, un peu plus abondant en reproduction dans les zones brûlées.

Effets sur la flore

Des expérimentations menées en Nouvelle-Zélande ont montré une augmentation de la diversité végétale après l'incendie de tourbières, suivie d'un ajustement au bout de quatre ans. Cette perturbation favorise le maintien d'espèces menacées (Norton et de Lange, 2003).

Les effets du feu sur les plantes dépendent de la température. Un feu léger fait disparaître litière sèche, feuilles et tiges fines. Un feu plus important détruit toute la végétation jusqu'au niveau du sol, les graines et les



Touradons de Carex appropinquata après brûlage, marais de St Gond [51]



Lathyrus palustris n'est pas sensible au feu courant grâce à son appareil végétatif souterrain



Bouleau pubescent et fougère aigle favorisés par les feux répétés dans le marais Vernier [27]

racines proches de la surface. Les bourgeons des espèces ligneuses sont également détruits. Certaines plantes présentent des adaptations qui les rendent résistantes au feu (organes souterrains) : Molinia caerulea, Trichophorum cespitosum, Eriophorum vaginatum… D'autres espèces sont au contraire très sensibles au feu, notamment les sphaignes.

Un feu durant la période de végétation peut avoir un impact sur la production de semences. Les graines en elles-mêmes sont plus ou moins sensibles au feu.

La recolonisation des espaces nus créés par le feu dépend de tous ces éléments. La composition et la structure de la végétation sont donc complètement modifiées par le feu.

La réponse de la végétation dépend aussi de caractéristiques biologiques et morphologiques des espèces incendiées (régénération par rhizomes, par graines de la banque du sol ou dispersées). La présence de zones sources de propagules conditionne la vitesse de recolonisation de certains taxons. Des espèces ont besoin d'incendies périodiques pour se maintenir, dont des orchidées menacées par l'absence de cette perturbation. Inversement des incendies trop fréquents peuvent avoir pour onséquence la diminution de la diversité spécifique et l'installation d'espèces exotiques.

Favorisation de plantes pyrophiles et rudérales

Laissées sur place, les cendres modifient les caractéristiques pédologiques du site (enrichissement en phosphate, calcium et potassium) et favorisent ainsi l'apparition de plantes pyrophiles et rudérales.

Parmi les espèces susceptibles de se développer massivement après un feu, citons la molinie (qui s'implante avec vigueur sur les sols enrichis par les cendres en raison de son caractère pionnier et compétitif), le marisque, le bouleau pubescent et la fougère aigle. Le développement de vastes surfaces de cladiaies et de molinaies (notamment dans la vallée de la Somme et dans les marais de la Souche et de Sacy) est en effet directement lié à la gestion par le feu qui y est faite.

Cas particulier des roselières

L'impact du feu sur la roselière dépend de la saison et du degré d'humidité du milieu.

➲ En hiver : la matière organique est détruite et l'espace est ouvert. Le feu facilite la repousse l'année suivante si les bourgeons n'ont pas été touchés.

➲ Au printemps : les réserves des roseaux sont diminuées pour l'année suivante. Il y a remplacement d'une tige par plusieurs, en général plus fines (la densité peut donc être plus élevée en fin de saison).

Favorisation d'habitats et d'espèces remarquables

Certaines espèces rares semblent être directement favorisées par le feu, comme les calamagrostides, en particulier

Une expérimentation de brûlage de roselière a été menée par le Conservatoire des Sites Naturels de Picardie dans la vallée de l'Authie. La roselière, atterrie et envahie par les saules, a fait l'objet d'un feu courant durant l'hiver 2005-2006 avec l'aide de la société de chasse communale pour réutiliser un savoir-faire ancien et analyser les impacts sur la flore et la faune. Il s'avère que les parcelles concernées ne sont pas particulièrement sensibles sur le plan floristique et faunistique.

Le Conservatoire de Picardie analyse depuis 2003 des expériences de brûlage involontaires ou volontaires menées par d'autres acteurs. Il en ressort par exemple que Lathyrus palustris, Peucedanum palustre, Ranunculus lingua, Menyanthes trifoliata, Fritillaria meleagris *et* Carex diandra *(espèces de grand enjeu patrimonial) réagissent très bien après le passage d'un feu courant, même si celui-ci a lieu en période de végétation. Les effectifs sont identiques à ceux avant brûlage. L'appareil végétatif souterrain de ces plantes les protége d'un feu courant.*

Cala-magrostis canescens. La gestion par le feu peut également permettre de préserver des habitats tourbeux favorables à certaines espèces rares.

Le feu, utilisé ponctuellement, peut déterminer la diversification des milieux (reconstitution de mosaïques favorables à la biodiversité) et avoir un effet bénéfique sur les géophytes (notamment les orchidées) et les plantes rhizomateuses.
Bon nombre d'espèces turficoles germant sur des sols tourbeux nus peuvent être indirectement favorisées par un feu courant hivernal, sur sol inondé : la litière est consumée et des plages de sol tourbeux sont mises à nu.

Aspects techniques

Les impacts du feu sur la tourbe, les milieux naturels et les espèces qui y sont inféodées sont encore très mal connus. Il est donc essentiel de faire un travail ethnographique sur les techniques locales anciennes et des brûlages expérimentaux avant de mettre en œuvre une gestion par le feu.

Matériel d'allumage :
briquet, lampe à souder à gaz, torche.

Matériel de contrôle :
pulvérisateurs à dos, pelles ou branchages, réservoir d'eau, lance d'arrosage.

Matériel d'alerte :
téléphone portable, radio.

Il existe schématiquement deux techniques de conduite de brûlage :

➲ **à la recule ou à contrevent.** Le feu avance lentement ; les flammes sont couchées sur la partie déjà brûlée. De cette façon il est possible de créer un pare-feu brûlé tout le long de la lisière de mise à feu. La conduite à la recule consomme plus profondément la couverture morte. C'est la technique qui échauffe le plus les couches superficielles du sol. Le feu est également plus difficile à faire partir.

➲ **en feu courant, dans le sens du vent.** Le feu est rapide, moins puissant (moins chaud) mais plus difficile à contrôler. La conduite au vent génère des flammes plus longues. Seule la partie supérieure de la végétation est brûlée.

Le choix de l'une ou l'autre des techniques dépend de la biomasse à brûler, de la force du vent, de l'inondation des terrains, du savoir-faire local, etc. Classiquement, dans le bassin parisien, ce sont plutôt des feux courants au vent qui sont réalisés.

Plusieurs recommandations peuvent être formulées :

• **Intervenir sur de petites surfaces**
L'intervention doit concerner au maximum 1 à 5 ha ; cette surface étant cloisonnée par des obstacles naturels (fossés, cours d'eau, pré ras…) ou par une bande de sécurité (coupe-feu) de 5 m de largeur sans végétation (les produits du débroussaillage ou de la fauche doivent être exportés ; l'idéal serait de pouvoir labourer le sol ou de creuser des tranchées d'au moins 2 m de largeur, peu profondes avec l'eau affleurante). Ce cloisonnement doit rester efficace pendant deux ou trois semaines après le brûlage pour prévenir une éventuelle reprise du feu.

• **Intervenir en hiver**
Il est préférable d'utiliser le feu en hiver, sur sol gelé, inondé ou couvert de neige, de manière à éviter le choc thermique, la dégradation de la tourbe de surface, et à limiter les perturbations sur la faune (vie au ralenti) et la flore (repos végétatif).

• **Réaliser un feu de surface**
Les feux d'humus ou de tourbe sont très difficile à éteindre, génère beaucoup de fumées et ont un impact sévère sur le milieu. Les feux de surface ne sont réalisables qu'avec un niveau d'eau élevé qui protége le sol.

• **Espacer les interventions dans le temps**
Cela permet de ménager des temps de récupération entre les brûlages successifs. Les intervalles des brûlages sont à déterminer en fonction des milieux et des modalités d'interventions. Pour les tourbières et les marais, 5 à 10 ans semble une périodicité minimale.

Dans quels cas gérer par le feu ?

- Restauration des végétations hautes des marais (roselières, cladiaies…) qui ont été abandonnées pendant de longues périodes (avec accumulation de matière végétale, installation de ligneux). Des opérations complémentaires d'arrachage ou de coupe des ligneux peuvent être nécessaires. Fauche ou pâturage sont ensuite à mettre en place pour l'entretien des milieux. L'entretien régulier ne doit pas être réalisé par le feu et une période de 10 ans entre deux feux doit être respectée.

- Gestion des landes tourbeuses (à Myrica gale*) avec une rotation de 20 ans,*

- Opération ponctuelle de restauration de tourbières (asséchées ou après exploitation) pour limiter la colonisation ligneuse. Le feu doit être associé à d'autres modes de gestion (fauche, pâturage, gestion des niveaux d'eau…).

Le feu ne doit pas être utilisé dans d'autres types de milieux tourbeux, et particulièrement dans les bombements ombrotrophes à sphaignes, les tremblants, les groupements pionniers et les aulnaies à sphaignes.



Brûlage d'une roselière à St Hippolyte [66]

• **Intervenir par rotation sur plusieurs parcelles** si le site est très grand.

• **Réaliser des feux par taches ou en mosaïque pour laisser des zones-refuges** pour la faune et pour la flore et créer une diversité de milieux.

• **Utiliser des branchages et des plantes sèches pour amorcer le feu** plutôt qu'un liquide inflammable.

• **Préserver les milieux qui pourraient être sensibles au feu** (bombement à sphaignes, tremblant, groupement pionnier, aulnaie…).

• **Préserver éventuellement quelques arbres** en débroussaillant et fauchant autour de leur pied.

• **Intervenir en toute sécurité :** conditions climatiques favorables (absence de vent ou vent faible favorable), aménagement d'aires pare-feu en périphérie de la zone à brûler, surveillance permanente jusqu'à extinction complète, prévision d'équipements pour le pompage d'eau en cas d'évolution incontrôlée du feu. Demander conseil et/ou prévenir les pompiers le jour de la mise à feu.

Les techniques de brûlage des rémanents de coupe ont été décrites sur la fiche 'Fauche et broyage des herbacées'. Dans le cas de feu courant, les cendres ne peuvent pas être récupérées. Les troncs calcinés peuvent par contre faire l'objet de coupe et être exportés hors du site.

Aspects réglementaires

En France, l'usage du feu à des fins agricoles n'est pas libre. Il est encadré par des règles du Code Rural, des arrêtés préfectoraux et le Code Pénal. Ils réglementent à la fois l'emploi du feu et ils sanctionnent les dégâts causés par l'absence de maîtrise du feu.
L'article R 322-5 du Code forestier dispose que les propriétaires ou leurs ayants droit peuvent allumer ou porter un feu dans leurs terrains, boisés ou non. Le même article donne au Préfet le droit de réglementer cette activité.

L'article R 322-1 du Code forestier précise que les préfets peuvent notamment interdire ou règlementer l'emploi du feu, y compris l'incinération des végétaux sur pied, jusqu'à deux cent mètres des habitations ; obliger un propriétaire à débroussailler son terrain autour de 50 mètres des habitations ; imposer au propriétaire forestier de nettoyer les coupes des rémanents et branchages.
L'article L 322-9 prévoit expressément la sanction d'un feu dirigé mal contrôlé provoquant par imprudence des dégâts au préjudice d'un tiers. L'article 322-5 du Code pénal sanctionne quant à lui la détérioration ou la destruction involontaire d'un bien d'autrui. Ces deux délits supposent l'existence soit d'une négligence (absence d'eau, pompiers non prévenus…), soit d'une inobservation des règlements. Si le feu non maîtrisé provoque des blessures ou la mort de personnes, les articles 221-6, 222-19 ou R 652-2 du Code pénal s'appliquent.
Cet arsenal répressif ne concerne que les feux dirigés ou employés à des fins agraires et en aucun cas les incendies volontaires, beaucoup plus durement sanctionnés. Ainsi, un feu allumé clandestinement, sans aucune méthode ni préparation, afin d'agrandir un pâturage sera considéré comme un incendie volontaire. Si le terrain brûlé n'est pas en outre soumis au régime forestier, les dispositions de l'article L 322-10 du Code forestier, interdisant pendant 10 ans au moins le pâturage sur les terrains brûlés, s'appliquera, afin d'ôter toute rentabilité à ce type de pratique. Aux collectivités territoriales et à leurs regroupements, ou leurs mandataires, tels l'ONF, les services départementaux d'incendie et de secours (ou des entreprises) de réaliser notamment des brûlages dirigés au titre des travaux de prévention des incendies de forêt.

Si la tourbe prend feu, il faut l'isoler en creusant un fossé de 2 m de large au moins jusqu'à ce que l'eau affleure. Des retardants à court terme (30 à 45 min) peuvent également être utilisés. Il s'agit de solutions aqueuses comprenant habituellement des détergents synthétiques faisant de la mousse, capables de réduire l'évaporation et favorisant la pénétration de l'eau dans les combustibles. Selon la concentration, le produit peut être utilisé pour éteindre le feu (2 à 3 %) ou pour éviter sa propagation (1 à 2 %). Un mélange à 1 à 2 % à base d'Expandol est biodégradable à 75 % au bout de 5 jours.

Dans la pratique, la réglementation est variable selon les départements :

- emploi du feu soumis à déclaration en mairie et autorisation du maire,
- emploi du feu soumis à autorisation d'un service départemental (DDAF, SDIS…),
- emploi du feu soumis à autorisation ou dérogation préfectorale.

Les consignes concernant l'emploi du feu dans les arrêtés préfectoraux sont également plus ou moins précises (vitesse du vent, heures limites d'allumage et d'extinction, surface, largeur de la bande débroussaillée, moyens liés à la sécurité…).

Les autorités (gendarmerie, pompiers, mairie) doivent être contactées. Le SDIS doit être prévenu par téléphone (18 ou 112) juste avant le début du brûlage. La personne qui a fait la déclaration doit être présente jusqu'à extinction complète du foyer et des résidus.

Coûts

Les coûts sont très variables, de 50 à 100 euros/ha (HT) en zones non arborées jusqu'à 1000 euros/ha pour les chantiers les plus délicats demandant des travaux de sécurisation préparatoire.

Exemples du bassin parisien

Les exemples présentés ci-dessous sont donnés à titre indicatif. Les résultats ne sont pas généralisables.

Suivi

Les variables à prendre en compte sont :

- l'humidité du combustible,
- les paramètres micro-climatiques (humidité de l'air, vent, température, humidité du sol…),
- la biomasse (avant et après le feu),
- le recouvrement des espèces herbacées, arbustives et arborées (avant et après),
- le suivi d'espèces indicatrices de la flore et faune (avant et après).



Après le passage d'un feu courant, Hailles [80]



Marais du Pendé [80] en hiver avant brûlage

Exemples du bassin parisien

Les exemples présentés ci-dessous sont donnés à titre indicatif. Les résultats ne sont pas généralisables.

Site	Problématiques et techniques employées	Résultats et limites
Vallée de la Somme [80]	Marais gérés par des chasseurs de gibier d'eau par un feu hivernal	- Impact nul ou positif sur les géophytes et les plantes rhizomateuses (*Thelypteris palustris, Peucedanum palustre, Lathyrus palustris, Calamagrostis canescens, Molinia caerulea*…). - Les jeunes saules (moins de 10 ans) sont dévitalisés par le feu. - Le feu sélectionnerait les bouleaux au détriment des aulnes, saules, frênes, etc.
Basse vallée de l'Authie [62]	Feu courant sur sol partiellement recouvert d'eau d'une roselière eutrophe (proche du *Solano dulcamarae-Phragmitetum*) avec des faciès à orties et des mégaphorbiaies	Pas de différence de végétation notable avec l'état initial ou avec les habitats voisins non brûlés.
Marais de la Souche, Liesse [02]	Restauration d'un marais : abattage des ligneux puis feu courant sur sol inondé en février 2003	Apparition de tapis de characées et d'utriculaires vulgaires (*Utricularia vulgaris*) dans une petite gouille peu profonde auparavant recouverte par des saules et envahies de phragmites. - Les fragments de ceintures hélophytiques à *Cladium mariscus* et de tremblants du *Thelypterido-Phragmitetum* ont bien réagi au brûlage. - A côté, sur un chemin restauré, auparavant envahis de saules, des tapis de petites laîches sont apparues, *Carex lepidocarpa, C. panicea* et *Cyperus fuscus* dans les bourbiers.
Marais d'Episy [77]	Feu utilisé pour gérer les rejets de bourdaine	

Bibliographie

ASSOCIATION DES ECOLOGISTES DE LEUZIERE, 2005 / BENSCOTER B. W., KELMAN W.R. & VITT D.H,. 2005 / BENSETTITTI F., 2002 / Collectif, 2005 / BUGLIFE, 2006 / DUCHE Y., RIGOLOT E., 2004 / FOUARD E., 1999 / HAWKE C.J., JOSE P.V., 1996 / MANGEOT A., 1995 / MOORE P.D., 2002 / NORTON D.A. & DE LANGE P.J., 2003 / PONS P., 1998 / RIGOLOT E., 1998 / ROWEL TA., 1998 / VALETTE J.C., GOMENDY.V., MARECHAL J., HOUSSARD C., GILLON D., 1994.



Marais du Pendé [80] en fin d'été après brûlage et repousse de la végétation

Etrépage et décapage



Extraction de tourbe à Roussent [62]

Etrépage et décapage peuvent permettre localement de réhabiliter des sites. Mais il est impératif pour la réussite de ces travaux que l'hydromorphie du sol soit prononcée. Ces techniques peuvent en outre se révéler traumatisantes pour certains milieux. Un diagnostic poussé doit donc être réalisé avant toute intervention de ce type.

Avant la transformation totale du territoire par l'homme et le **contrôle quasi complet des perturbations naturelles**, les tourbières, comme d'autres écosystèmes, connaissaient des phases de retour aux stades pionniers et avaient des opportunités de se développer en assurant la présence de tous les stades dynamiques successifs à l'échelle du paysage.

Les diverses **atteintes hydrologiques** portées aux milieux entraînent des phénomènes de minéralisation de la tourbe en surface. Les épisodes de sécheresse observés depuis les années 1990 accentuent ce phénomène.

L'**abandon des activités traditionnelles d'extraction de la tourbe** - qui ont perduré durant au moins huit siècles - ne permet pas non plus le renouvellement régulier des surfaces de sol nu et le développement de groupements végétaux pionniers.

En outre, de **nombreuses activités humaines accélèrent les dynamiques** (apports de fertilisants, modification des hydropériodes, etc.).

La flore turficole originelle est alors remplacée pas une flore plus mésophile et plus banale.

Les espèces végétales aux exigences écologiques très strictes, liées aux sols nus et supportant mal la concurrence interspécifique se raréfient. Elles disparaissent au fur et à mesure de l'évolution de la végétation et de la fermeture du milieu. Ces groupements éphémères caractéristiques de stades fugaces, abritent souvent des espèces remarquables.



Décapage, Mareuil-Caubert-[80]

Définition du décapage et de l'étrépage

Décapage et étrépage sont deux techniques assez semblables qui consistent à couper la végétation, à enlever la litière et une certaine épaisseur de sol pour les exporter hors du site.

- l'étrépage génère le retrait d'une grande épaisseur de la couche organique, presque jusqu'à la limite du sol minéral (utilisé en landes tourbeuses ou quand la tourbe est minéralisée sur une grande épaisseur) ;
- le décapage se limite à un « rafraîchissement » de la surface du sol.

La bibliographie se rapportant à ces opérations concerne surtout les tourbières acides, aux groupements pionniers mieux identifiés que dans les tourbières alcalines et aux espèces remarquables plus emblématiques. La banque de graines serait également mieux conservée dans les tourbières bombées, rendant ces techniques plus efficaces.

Objectifs du décapage et de l'étrépage

>>> Abaissement du niveau du sol qui entraîne une augmentation relative de la hauteur de la nappe

La flore turficole originelle peut alors se développer à nouveau, relançant les processus de turfigenèse.

>>> Mise à nu de la tourbe et recolonisation par des espèces pionnières

La recolonisation végétale de la zone décapée s'opère spontanément, par l'intermédiaire de la banque de semences du sol, par l'apport de diaspores acheminées par le vent, les animaux ou l'eau (notamment lors des inondations), ou par multiplication végétative de proche en proche.

Peu d'études ont été réalisées pour quantifier ces phénomènes (durée de vie des formes de conservation des espèces végétales dans les histosols, épaisseur d'histosol dans laquelle les graines se conservent, distance de dissémination des diaspores, potentiel de germination, etc.). Il semble peu probable que des semences viables puissent se conserver dans de la tourbe au-delà d'une trentaine de centimètres de profondeur (Dupieux, 1998).



Zone décapée à *Salomus valerandi* et *Hydrocotyle vulgaris*, marais Vernier [27]

Cela permet alors :

- de retrouver des espèces végétales et des habitats qui ont disparu (groupement à *Eleocharis quinqueflora, Carex davalliana, Carex lepidocarpa, Blysmus compressus, Anagallis tenella, Samolus valerandi, Pedicularis palustris, Triglochin palustre, Utricularia minor, Alisma* sp., *Baldellia* sp., etc.),

- de diversifier les habitats par l'apparition de groupements végétaux pionniers nouveaux,

- de retrouver le niveau de la nappe au niveau du sol et de restaurer la dynamique de tourbification des tourbières sénescentes asséchées naturellement ou artificiellement,

- de lutter contre certaines espèces végétales invasives (solidage notamment),

- de redynamiser des roselières asséchées.

Limites du décapage et de l'étrépage : des travaux onéreux pour des résultats très variables

Les travaux d'étrépage et de décapage sont coûteux et sont impossibles à mettre en œuvre sur de grandes surfaces. Il est par ailleurs nécessaire d'évaluer la capacité de résilience du milieu (capacité à récupérer un fonctionnement, des habitats et des espèces de tourbière après perturbation). Il faut donc être prudent et travailler de manière empirique après avoir étudié le niveau de la nappe, ses variations et les banques de semences du sol. Ils conditionnent en grande partie la réussite des opérations. A noter que l'impact de ces

Des questions essentielles se posent avant la mise en œuvre des opérations.

Les objectifs écologiques justifient-ils la programmation de travaux lourds et coûteux ?

- Pourquoi vouloir revenir aux stades pionniers ?

- Le renouvellement des stades pionniers n'est-il pas déjà assuré naturellement (animaux, chablis…) ou par d'autres travaux (traces d'engins, arrachage de ligneux…) ?

- Les groupements tourbeux en place présentent-ils un bon état de conservation ?

- Les espèces pionnières ne peuvent-elles pas trouver d'autres niches écologiques ?

- Quelle responsabilité a le site pour la conservation de ces espèces et ces habitats ?

Le milieu présente-il des conditions favorables à la réapparition des espèces turficoles ?

- Les conditions hydriques du milieu sont-elles favorables ?

- Le risque de minéralisation de la tourbe existe-il (battement de nappe, sécheresse estivale…) ?

- Quelles espèces sont susceptibles de se développer après les travaux ?



Etrépage réalisé avec une mini-pelle, marais du Rabuais [91]



Décapage manuel d'une station d'*Apium repens* à Belloy-sur-Somme [80]

opérations sur la faune invertébrée et la microfaune du sol reste mal connu.

Techniques du décapage et de l'étrépage

Les travaux, qu'ils soient réalisés manuellement ou mécaniquement, se déroulent schématiquement en cinq étapes successives :

- localisation et délimitation des placettes (avec relevé initial de la végétation),
- fauche et élimination des ligneux,
- décapage ou étrépage,
- ramassage et exportation des matériaux prélevés,
- suivi de la recolonisation.

Période d'intervention

En principe, il est possible de décaper ou d'étréper toute l'année, bien qu'il soit préférable de réaliser cette opération avant le printemps. Cela permet aux graines de germer dès le début de la saison de végétation et de se développer suffisamment avant l'hiver suivant. Cette période permet également de limiter l'impact des travaux sur la faune invertébrée du sol qui est alors inactive et se trouve dans la zone minérale du sol. L'inconvénient lié à cette période d'intervention est la portance du sol qui peut être faible. Un sol très engorgé, peu portant, limitera les possibilités de décapage mécanique (risque d'enlisement des engins et de déstructuration du sol). Un sol gelé assurera, en revanche, une portance favorable aux travaux mécaniques mais rendra plus difficile les travaux manuels.
Les placettes décapées ne doivent pas être exposées à des conditions de sécheresse (nappe profonde) et d'ensoleillement prolongés : cela peut entraîner une minéralisation de la tourbe en surface favorisant l'installation d'espèces indésirables (molinie, bourdaine, bouleau, fougère aigle…).

Localisation et délimitation des placettes

- Limiter les travaux à une ou plusieurs placettes expérimentales de taille réduite et mettre en place un suivi de la végétation avant de conclure à un agrandissement de surface (cela est rendu possible par la faible surface de l'aire minimale des groupements végétaux pionniers dont la reconstitution est envisagée).
- Réaliser des petites placettes (entre 10 et 100 m²) au sein d'une mosaïque d'habitats variés (à hydromorphie, végétation, topographie, etc. différentes), plutôt qu'une vaste surface homogène. Cela permettra de déterminer les conditions les plus favorables pour le site.
- Prévoir des zones de refuge pour la faune invertébrée.
- Éviter les secteurs peu favorables : hydromorphie du sol trop faible ou proximité d'espèces végétales ayant un fort pouvoir de colonisation (molinie, bourdaine, bouleau, fougère aigle, roseau...).

Fauche et élimination des ligneux des placettes

Les matériaux doivent être soigneusement exportés. Cela permettra de faciliter les opérations de décapage et surtout d'éviter qu'au cours de ces travaux les graines de certaines espèces envahissantes ne soient projetées sur les surfaces de sol à nu et ne s'y installent.

Mise en œuvre de l'opération de décapage ou étrépage

Le choix de travaux manuel ou mécanique dépend :

- du site (sensibilité du milieu, engorgement du sol, facilité d'accès…),
- du type de travaux (surface, volume de matériaux à exporter…),

Actions et techniques	Avantages	Risques et précautions
Travaux manuels	-Adaptés aux petites surfaces et aux sols peu portants -Faible coût	-Nécessitent des outils particulièrement tranchants (outils traditionnels d'extraction de la tourbe, houe lorraine, binette, tronçonneuse)
Travaux mécaniques à la mini-pelle montée sur chenillettes	-Engin extrêmement compact (moins de 300 kg) -Adaptés aux sols portants -Adaptés aux sites peu accessibles avec de très faibles volumes à extraire (cas de tourbières enclavées dans des boisements)	-La faible capacité de leur godet augmente le nombre de manœuvres nécessaires, ce qui peut générer une dégradation du milieu bien plus importante que celle générée par une grosse pelle-marais
Travaux mécaniques à la pelle hydraulique	-Adaptés aux grandes surfaces et aux sols portants -Godets larges (godets de curage de 2,20 m) permettant de traiter de gros volumes	-Risque de tassement du sol et de destruction de la végétation -Chenilles larges ou pneus basse pression à conseiller



Exportation des rémanents, Grande tourbière de Marchiennes [59]

Pour connaître la localisation des couches où se situent les banques de semences viables, on peut réaliser une analyse des semences du sol grâce à un carottage puis une mise en culture des différents niveaux. Cela permet d'avoir une idée de la profondeur du décapage à réaliser. Le Conservatoire botanique national de Bailleul effectue ce type d'opérations. Les résultats doivent cependant être analysés avec prudence, toutes les semences n'ayant pas la même longévité, ni des capacités germinatives identiques. Le coût de telles études est en outre élevé.



Mare d'essouchage, La Chaussée-Tirancourt [80]

➲ du gestionnaire (moyens matériels, financiers et humains).

Lors de chaque intervention, on veillera à limiter le piétinement à proximité de la zone étrépée.
Pour éviter de tasser le sol, les cheminements peuvent être aménagés avec des palettes, des panneaux de bois ou des tôles.

Profondeur des placettes
Elle dépend :

- De la profondeur de la nappe et de ses variations
Toutes les tentatives de décapage doivent s'intéresser au niveau de la nappe sous-jacente et à ses variations. Cela nécessite une bonne connaissance des variations piézométriques de la nappe. Ces paramètres vont être déterminants pour les groupements végétaux susceptibles de s'implanter.
Si le décapage atteint le toit de la nappe, créant une cuvette d'eau permanente (ou temporaire), cela peut favoriser les hydrophytes et certains groupes faunistiques (odonates, coléoptères aquatiques, batraciens).

- De la profondeur de la banque de semences viables du sol
Les banques de semences viables contenues dans la tourbe ne sont pas réparties de manière homogène entre les différents horizons. Elles se limitent généralement aux couches supérieures. La profondeur de décapage doit également être suffisante pour éliminer les rhizomes, les graines et les souches d'espèces vivaces des moliniaies, des mégaphorbiaies, des roselières et des boisements humides.

La mise à nu de ces banques de semences n'implique pas forcément leur germination, car les conditions, notamment hydriques, ne sont pas systématiquement favorables (rabattement de la nappe à une profondeur supérieure à 30 cm par rapport à la surface du sol). Dans ce cas, il est nécessaire de prélever dans un premier temps l'horizon contenant les banques de semences, puis de décaper la tourbe vers la nappe pour retrouver des conditions hydriques favorables et, enfin, de régaler sur la surface décapée la couche contenant les semences.

Différentes profondeurs peuvent être testées afin de mieux connaître les différentes banques de graines existantes.

- Des objectifs fixés par le gestionnaire

Les meilleurs résultats de recolonisation sont rencontrés lorsque l'humidité des placettes décapées est prolongée, voire permanente. Ces conditions peuvent être obtenues si la surface des placettes est proche de celle de la nappe ou si les placettes sont alimentées par des écoulements de surface pérennes (à proximité de résurgences par exemple).

Différentes profondeurs peuvent être testées afin de mieux connaître les différentes banques de graines existantes.

Morphologie des placettes
Il est préférable que les décapages soient effectués en pente douce et/ou en paliers, afin d'obtenir un gradient hydrique le long du profil, favorisant une diversité de communautés biologiques et découvrant différentes couches du sol.

Ramassage et exportation des matériaux prélevés

Les volumes de matériaux extraits peuvent être importants et il est préférable qu'ils ne soient pas abandonnés sur place, à moins qu'ils ne soient déposés dans des secteurs peu sensibles.
Une attention particulière sera portée aux espèces invasives qui pourraient être ainsi propagées.

Ramassage et exportation
Les matériaux peuvent être exportés en dehors de la zone tourbeuse de diverses manières : bâches, plaques de tôles ondulées, brouettes, traîneaux, mini-transporteur sur chenillettes, etc.
Selon le cas, ils sont tirés manuellement, au câble (treuil, winch, tire-fort…), à cheval ou encore derrière un quad. Le cheminement doit être aménagé au mieux pour éviter de tasser le sol (palettes, panneaux



Rémanents d'étrépage régalés sur le site, marais du Rabuais [91]



Germination de ményanthe sur une placette décapée, Belloy-sur-Somme [80]

Valorisation des matériaux prélevés

Les matériaux prélevés sont très rarement valorisés. La tourbe extraite peut être utilisée pour reprofiler des berges, pour créer une butte et dans le cadre de travaux de restauration hydraulique (colmatage de fossés, étanchéification de barrage-seuil…). Il est également possible de valoriser la tourbe via des entreprises horticoles locales (élaboration de terreau) ou pour la création de tourbières pédagogiques artificielles.

Dans le marais d'Episy [77], les mottes récupérées après décapage ont été utilisées pour végétaliser les bordures d'un plan d'eau de carrière : sur les berges s'est redéveloppé le cortège floristique de la tourbière.

Suivi de la recolonisation

La nature des espèces pionnières, ainsi que leur vitesse de recolonisation, peuvent être extrêmement variables d'un site à un autre car elles dépendent de multiples facteurs (physico-chimiques, hydriques, biologiques...). Dans tous les cas, un état des lieux avant travaux est indispensable.

Le Conservatoire botanique national de Bailleul a réalisé des suivis floristiques (par quadrats) sur différents sites (tourbière de Vred [59] par exemple). Le Conservatoire des Sites naturels du Nord et du Pas-de-Calais a élaboré un protocole de suivi intéressant destiné à tester différentes profondeurs d'étrépage sur des landes tourbeuses (suivi floristique corrélé à un relevé micro-topographique et suivi des variations piézométriques).



Détermination floristique

Évaluation des coûts du décapage et de l'étrépage

Les coûts sont très variables en fonction des contextes et des outils utilisés.

A titre indicatif, un décapage à la pelle mécanique avec exportation avec un tombereau est revenu à 75 € HT pour 100 m³. Un chantier de décapage avec évacuation des mottes et des déchets a demandé 14 jours de travail (surface de 100 m³, profondeur de 15 à 40 cm). Le transport des engins représente souvent un coût important.

Des travaux de décapage manuel ont été estimés entre 1,55 € HT et 3,85 € HT/m³.

Un étrépage manuel avec dépôt à 500 m est revenu à 5 €/m³.

Aspects réglementaires liés au décapage et à l'étrépage

Les travaux de décapage et d'étrépage sont soumis au décret du 29 mars 1993 modifié par décret du 7 juillet 2006 pris en application de l'article L.214-1 et suivant. Ils peuvent notamment être concernés par les rubriques 3.1.5.0.

La loi "Développement des territoires ruraux" du 23 février 2005 préconise la



Décapage, Mareuil-Caubert-[80]

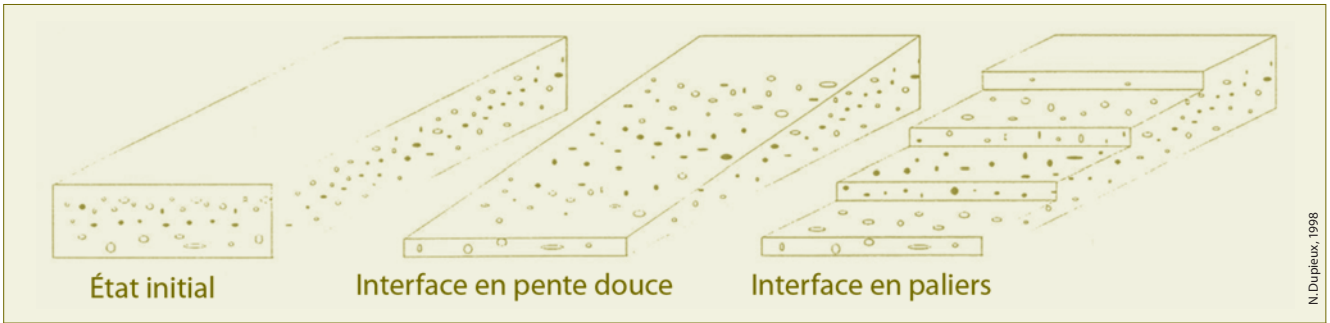
délimitation de zones humides stratégiques pour la gestion de l'eau et des zones humides d'intérêt environnemental particulier. Elle prévoit la mise en place de plan de gestion dans ces zones.

La création de gouilles relève de la réglementation liée à la création de plan d'eau (Loi sur l'eau).

Si les travaux dépassent un certain seuil, la Loi sur l'eau et la réglementation liée aux installations classées s'appliquent. Une autorisation de défrichement peut en outre être nécessaire.

Bibliographie

BLANCHARD F., 1996 / DUPIEUX N., 1998 / MEA, 2005 / MOULINAT J., 2002 / SINNASSAMY & MAUCHAMP, 2001 / THEVENIN S., 1993 / VERHOEVEN J.T.A. & BOBBINK R. 2001.



Exemples de morphologie de placettes favorisant l'expression des banques de semences du sol

Exemples du bassin parisien

Les exemples présentés ci-dessous sont donnés à titre indicatif. Les résultats ne sont pas généralisables.

Sites	Problématiques et techniques employées	Résultats et limites
Marais de Saint Gond [51] Conservatoire du Patrimoine Naturel de Champagne-Ardenne	« Décapage - labour » de 2 ha suite aux passages répétés d'une pelle mécanique utilisée pour dessouchage (en 1997).	Colonisation rapide du *Caricion rostratae*, faciès à *Carex appropinquata*, faciès à *Calamagrostis canescens* et faciès à *Carex elata* moins dégradés et plus typiques (forte diversité spécifique et nombreuses espèces caractéristiques)
Marais d'Episy [77] Conseil Général de Seine-et-Marne	Décapage superficiel de la tourbe	Retour vers le stade pionnier de la tourbière, relayé ensuite par le groupement à choin noirâtre (*Schoenus nigricans*) dans les stations les plus humides. Dans les stations déjà fortement boisées et rudéralisées, aux sols plus secs, apparition d'espèces pionnières puis des espèces de la moliniaie, de la mégaphorbiaie, du roseau et de la bourdaine
Marais du Rabuais [95, 60] Parc naturel régional du Vexin français	Etrépage pour retrouver l'habitat qui existait antérieurement	Résultats peu concluants, le niveau de la nappe était probablement trop bas
Marais du Rabuais [95, 60] Parc naturel régional du Vexin français	Etrépage superficiel d'environ 10 cm (à la mini pelle) afin de retirer la végétation en place et son système racinaire. Second étrépage afin de mettre la tourbe à nu, avec 3 profondeurs atteintes (10 cm, 20 cm et 30 cm)	Une nouvelle espèce a pu être répertoriée : le mouron délicat (*Anagallis tenella*), assez rare en Ile-de-France
Tourbière de Vred [59] Parc naturel régional Scarpe-Escaut	Carottage et étrépage	Suivi en cours (CBN de Bailleul)
Marais Vernier [27] Parc naturel régional des boucles de la Seine Normande	Etrépage profond sur mégaphorbiaie, phragmitaie	Sur la RNR des Courtils de Bouquelon, l'étrépage mécanique donne d'excellents résultats avec l'apparition massive de *Drosera intermedia, Lobelia urens, Anagallis tenella, Carex panicea, Samolus Valerandi*, etc.
Marais Vernier [27] Parc naturel régional des boucles de la Seine Normande	Décapage réalisé par le passage répété d'une pelleteuse sur chenille dont l'objectif premier était le dessouchage de saules (sur 1,2 ha)	Résultat globalement positif. *Caricion rostratae* plus typiques avec une diversité plus élevée que ceux présents auparavant. Objectif d'éradication de la végétation arbustive atteint. En revanche, la zone de saulaie débroussaillée a évolué vers un *Caricion rostratae* extrêmement dégradé, vraisemblablement du au degré de minéralisation de la tourbe, très important au niveau d'une saulaie.
Marais de Tigny [62]	Etrépage par placettes de 20 m^3 (5 placettes par an) pour atteindre 500 m^3 au final (0,15 % de la surface du site)	Suivi en cours
Marais d'Arleux [59]	Recréation d'un tremblant sur 20 m^3 par évacuation des matériaux terreux jusqu'au niveau de l'eau du fossé voisin	Peu d'apparition d'espèces nouvelles sur le site ; colonisation importante de *Bidens cernua*
Marais de Germont-Buzancy [08]	Travail avec l'exploitant de tourbe	Réapparition de la linaigrette, du trèfle d'eau
Versigny, Saint-Germer de Fly [60]	Décapages superficiels pour recréer des landes para-tourbeuses	Suivi en cours
Saint-Germer-de-Fly [60], Liesse-Notre-Dame [02], Chivres-en-Laonnois [02], Boves [80], La Chaussée-Tirancourt [80]	Creusement de mares et de dépressions humides	Suivi en cours
Pendé [80], Marolles [60], La Chaussée-Tirancourt [80]	Gouilles d'essouchage suite à l'arrache des saules	Suivi en cours
Vallée de la Somme, Mareuil-Caubert [80]	4 placettes ont été étrépées à des profondeurs de 10 à 25 cm	-Les moins profondes ont été rapidement colonisées par des bas-marais à petites Laîches (*Carex flava, C. lepidocarpa, C. panicea*) accompagnées de *Peucedanum palustre, Lathyrus palustris.* -Les plus profondes ont été recolonisées au bout de 2 ans par la phragmitaie, avec au pied le retour d'utriculaires et d'herbiers à characées
Vallée de la Somme, RN de l'Etang Saint-Ladre [80]	Décapages visant à favoriser la reproduction d'espèces pionnières menacées (*Carex viridula, Samolus valerandi, Eleocharis acicularis, Ophioglossum vulgatum*…).	10 ans après ces peuplements de bas-marais n'ont pas été pérennisés (malgré des fauches et/ou du pâturage) du fait des niveaux d'eau trop bas depuis des années et des inondations eutrophisantes de 2001
Vallée de la Somme, Belloy-sur-Somme [80]	Décapage superficiel visant à favoriser l'Ache rampante (*Apium repens*)	N'a pas donné les résultats escomptés (probablement du fait d'un pâturage équin insuffisant sur les placettes et de sécheresses récurrentes)

Gestion des espèces invasives



Renouée du Japon, RN de Boves [80]

Une espèce invasive est une espèce exotique introduite dans un nouveau domaine géographique, volontairement ou non, qui se développe de façon spontanée, perturbant le fonctionnement des écosystèmes par sa prolifération et menaçant la diversité biologique indigène.

La colonisation de nouveaux espaces par des espèces fait partie des grands processus qui expliquent leur répartition actuelle. Cependant, il arrive que des taxons se développent hors de leur aire de répartition naturelle et posent problèmes, on parle alors d'espèce **invasive**, en principe **exotique** (ou **allochtone**) et **introduite** par l'homme volontairement ou non (horticulture, aquariophilie, pisciculture, échappés d'élevages, plantes échappées de jardin…).

Les espèces qui se multiplient abondamment, en augmentant leur répartition géographique et/ou leurs effectifs sur un site, sont dénommées aussi **envahissantes** (ou **proliférantes**) et peuvent englober des espèces indigènes (ou autochtones).
Quand des espèces introduites parviennent à s'installer, à développer des populations pérennes et à s'intégrer dans leur nouveau milieu, on dit qu'elles sont **naturalisées** (ou **acclimatées**).

En l'absence de compétiteurs et de prédateurs spécifiques et souvent en conditions perturbées, les espèces invasives altèrent le fonctionnement des écosystèmes, entraînant la disparition d'autres espèces. L'Union Internationale pour la Conservation de la Nature, l'UICN, considère ainsi les invasions biologiques (animales et végétales) comme la deuxième cause de régression de la biodiversité dans le monde juste après la destruction des habitats.

Depuis quelques décennies, en raison de la multiplication des échanges commerciaux et des voies de communication, ce phénomène prend une ampleur sans précédent. Il fait émerger des risques nouveaux pour l'homme et son environnement. Les milieux humides figurent parmi les plus touchés en raison de leurs caractéristiques (topographie, flux d'eau, de MES, modes de reproduction et de dispersion) et de leur fonctionnement (rythme d'inondation-exondation, dynamique, etc.).

Impacts du développement d'espèces végétales invasives

Problèmes écologiques	- Prolifération massive au détriment d'espèces moins compétitives qui régressent, voire disparaissent - Banalisation et réduction de la biodiversité - Modification des paysages - Modification du fonctionnement des écosystèmes (atterrissement et eutrophisation accélérés) - Pollution génétique possible - Transmission potentielle de parasites et d'agents pathogènes
Problèmes économiques	- Navigation sur certains cours d'eau entravée par le développement de plantes aquatiques comme les jussies - Réduction du potentiel fourrager des prairies et donc de la capacité de charge en bétail - Modifications de services écosystémique (régulation des crues, stockage d'eau, épuration, etc.) - Réduction de la production piscicole - Augmentation des coûts liés à l'entretien éventuel des zones envahies - Coûts directs (traitement) ou induits (congés maladie) liés aux allergies provoquées par les espèces allergènes
Problèmes sanitaires	- Risque pour la santé - Espèces allergisantes

Actions à mener en fonction des différentes phases de colonisation

De son apparition à sa présence massive sur un territoire, la progression d'une espèce invasive présente plusieurs phases :

➲ **La phase de latence,** où la prolifération est repérée. C'est le moment le plus opportun pour agir, mais il est encore délicat de déterminer si l'espèce est invasive ou pas ;

➲ **La phase d'apparition (ou d'expansion ponctuelle)**, où les foyers de colonisation restent localisés, restreints à des conditions particulières de milieux, souvent artificialisés. Il est alors déterminant d'agir le plus tôt possible, l'éradication étant encore un objectif réaliste ;

➲ **La phase de colonisation (ou d'invasion explosive)**, où les foyers se multiplient de manière exponentielle. L'éradication peut vite devenir très onéreuse et irréalisable. Il faut alors assurer le contrôle par confinement des zones infestées et surveiller leur périphérie afin de limiter la dispersion ;

➲ **La phase d'intégration (ou de naturalisation),** où seules sont envisageables des actions ponctuelles sur des sites naturels à enjeux exceptionnels et menacés par l'espèce invasive. Cette éradication localisée nécessitera un certain confinement du site et des interventions répétées. Dans les autres territoires, il s'agit d'apprendre à vivre avec ces nouvelles espèces.

Impacts du développement d'espèces invasives sur les tourbières et les marais alcalins

Les conséquences des invasions diffèrent selon que l'on considère des espèces végétales ou animales. Pour ces dernières leur position dans les réseaux trophiques intervient sur la nature, l'intensité et l'ampleur de l'impact. Généralement, pour les espèces végétales on distingue les effets écologiques, économiques et sanitaires.

Faut-il intervenir systématiquement ?

Toutes les espèces introduites dans la nature ne posent pas forcément de problèmes. Dans la plupart des cas, des mécanismes de régulation se mettent en place dans les écosystèmes. Il arrive aussi que des organismes viennent occuper des niches écologiques vacantes et s'intégrent parfaitement aux écosystèmes sans en perturber le fonctionnement.

Parfois même, les espèces envahissantes peuvent se révéler intéressantes :

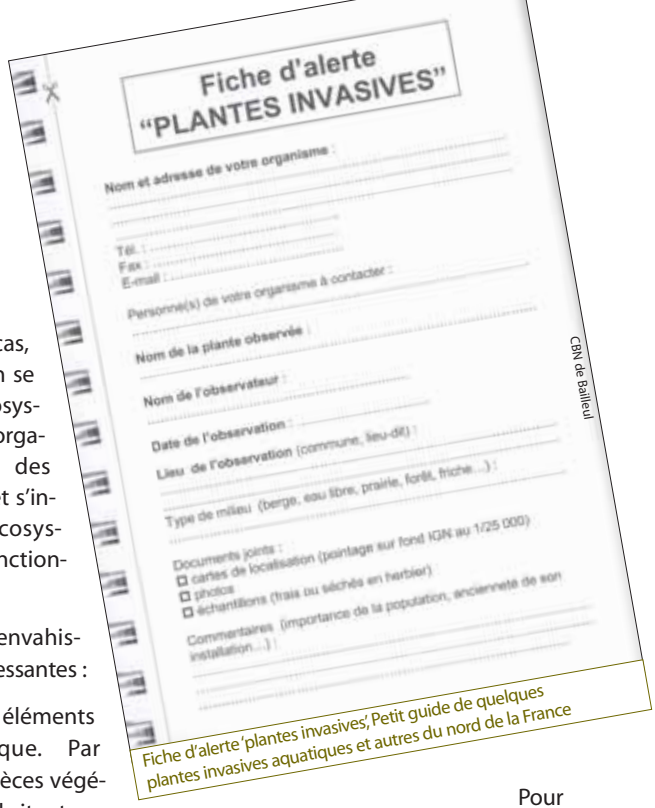
➲ lorsqu'elles constituent des éléments de diversification biologique. Par exemple en ville, certaines espèces végétales arrivant spontanément abritent une foule d'insectes ;

➲ et puisqu'elles participent aux processus d'hybridation et de compétition, facteurs clés de l'adaptation des espèces à un environnement changeant.

Le terme de plantes invasives est parfois appliqué de manière abusive à des espèces qui présentent une démographie galopante, mais qui sont davantage le témoin des atteintes portées aux milieux naturels qu'une réelle menace pour celui-ci. Aussi, avant de chercher à éradiquer une espèce, il convient de bien analyser l'état des milieux et les facteurs de dégradation. De la circonspection et du recul sont nécessaires avant toute intervention à grande échelle.



Elodée du Canada



Fiche d'alerte 'plantes invasives', Petit guide de quelques plantes invasives aquatiques et autres du nord de la France

Pour les espèces animales invasives, les stratégies sont souvent hâtivement centrées sur des techniques de piégage ou d'empoisonnement (ragondin, rat musqué, tortue de Floride) avec des risques pour la faune sauvage. La sensibilisation en amont pour lutter contre le lâcher dans les milieux naturels d'espèces "de compagnie" (tortues, poissons, mammifères, oiseaux, etc.) est encore balbutiante. Le problème des animaux envahissants est cependant plus difficile à appréhender et reste souvent l'affaire de spécialistes (groupe de piégeurs, scientifiques..).

Que faire ? Prévention et détection

Les moyens de lutte les plus efficaces demeurent la prévention et la sensibilisation, lorsque ces espèces ne prolifèrent pas encore. Les objectifs sont à la fois d'informer :

➲ sur les espèces potentiellement envahissantes,

L'élodée du Canada, qui a envahi plans d'eau et cours d'eau au milieu du XIX^{ème} siècle, est aujourd'hui en régression et ne semble pas avoir causé la disparition d'espèces végétales aquatiques, du moins dans le bassin parisien. Elle a cependant probablement contribué, par l'importante biomasse qu'elle génère, aux phénomènes d'envasement et d'eutrophisation des zones humides.



Arrachage de jussie, les Ethouars à Marmagne et Berry-Bouy [18]

➲ sur leurs impacts et les risques encourus, tant écologiques, économiques que sanitaires,

➲ sur les modalités d'action en présence de ces espèces.

Les publics visés sont les gestionnaires d'espaces naturels, les gestionnaires de travaux en rivière, les maîtres d'ouvrage des travaux, les lycées agricoles et forestiers, les institutionnels, le législateur, les pépiniéristes, les animaleries, le grand public… Une charte soutenue par l'État et le Conseil régional de Picardie est ainsi proposée par le CBN de Bailleul aux jardineries, horticulteurs, pépiniéristes afin de prévenir la vente et la diffusion des espèces végétales considérées comme les plus dangereuses en Picardie.

Détecter un risque d'envahissement le plus tôt possible permet d'agir efficacement. La détection est davantage l'affaire de spécialistes. Le CBN de Bailleul a par exemple édité un « Petit guide de quelques plantes invasives aquatiques et autres du nord de la France ». Ce réseau d'observation des plantes invasives permet de produire des synthèses annuelles afin de connaître l'évolution de la situation. Aujourd'hui encore, la répartition des espèces invasives du bassin parisien est mal connue, et certaines espèces n'en sont qu'au tout début de leur colonisation.

Si malgré la prévention et la vigilance, une espèce invasive se développe, plusieurs interventions sont possibles. Elles dépendront principalement de l'espèce, de sa phase de colonisation, de la nature du milieu colonisé et des moyens humains et financiers disponibles.

Éradication et contrôle des populations végétales

Diagnostic : Le cycle de l'espèce, ses capacité de dispersion, la connectivité du milieu, etc. doivent être pris en compte pour déterminer la période propice aux interventions.

La détermination de certaines espèces (renouées, solidages, asters…) est parfois délicate ; il faut s'assurer qu'on s'intéresse bien à la bonne espèce.

• Établissement de barrages pour les plantes invasives en milieu aquatique

Objectif

➲ Éviter les phénomènes de dissémination par bouturage lors d'opérations d'élimination pour éviter une nouvelle colonisation par la suite.

Matériel

➲ Des vannes en amont et en aval du site à traiter ;

➲ Des filets à maille < 1 cm sur la largeur du cours d'eau, avec un double jeu permettant le levage du filet colmaté sans perte de boutures, idéal pour des courants faibles. Les barrages flottant sont à éviter car les boutures peuvent passer par le fond ;

➲ Des grillages à maille < 1 cm, parfois doublés, fixés soit sur martellières (vannes), soit sur piquets. Selon les cas, ils dépassent le niveau de l'eau pour rester efficaces en cas de crue, ou ils sont affleurants. Des passages pour les poissons sont prévus. Des plaques métalliques perforées peuvent également être utilisées. Plus efficaces et plus solides, elles nécessitent toutefois un nettoyage plus régulier mais moins d'entretien que les grillages ;

➲ Des batardeaux (barrages de terre) réalisés à la pelle mécanique de part et d'autre de la zone à traiter (notamment si un assec a été préconisé). Cela n'est pas sans conséquence pour le reste de la faune et la flore.



Fauche du solidage

Les installations temporaires sont à privilégier : elles nécessitent souvent plus de travail mais perturbent moins le milieu, les espèces qui y vivent et les activités qui y sont pratiquées. Les installations permanentes quant à elles peuvent poser des problèmes pour la navigation, créer des embâcles et représenter une gêne pour la circulation des animaux.

• Arrachage manuel ou mécanique

C'est le moyen le plus utilisé pour les plantes produisant des rhizomes. Que l'arrachage soit manuel ou mécanique, les fragments de tiges étant des boutures potentiellement viables, il est indispensable de surveiller et de contrôler leur dispersion.

Opérations manuelles

L'arrachage manuel peut fonctionner lorsque les individus sont encore peu nombreux : dans la RN de Boves et l'APPB de Blangy-Tronville [80], des solidages ont fait l'objet de travaux d'arrachage qui ont porté leurs fruits : les taches naissantes ont été éradiquées.

Sélectives et douces, elles sont mises en œuvre sur des milieux sensibles, sur de petites surfaces ou dans les secteurs non accessibles aux engins. Elles sont à privilégier sur les zones nouvellement infestées, pour la finition de chantier et pour l'entretien après chantier (passages successifs toutes les 3 à 6 semaines). L'arrachage peut se faire depuis les berges avec des cuissardes ou depuis une embarcation. Il convient de noter le caractère souvent pénible de ce travail et les risques sanitaires (leptospirose, …). Il faut tirer doucement sur les plantes en saisissant d'abord plusieurs tiges, puis le rhizome. Il convient de tirer la plus grande longueur possible.

En Picardie, dans les Hortillonnages [80], la Communauté d'Agglomération d'Amiens a fait procéder depuis plusieurs années à de vastes campagnes d'arrachage mécanique de la jussie. Celles-ci ont permis de stabiliser voire de faire régresser les principales populations, mais non d'éradiquer les petits foyers de dissémination.

Cette méthode est très peu traumatisante pour le milieu.

Arrachage mécanique

Matériel :

➲ Enlèvement **à la griffe :** diversement efficace. Le bouturage reste important, le rhizome n'est pas toujours entièrement enlevé. Une finition à la main et un passage à l'épuisette sont nécessaires. Cette méthode est peu sélective. Dans le cas de peuplements mixtes avec des végétaux indigènes, il est préférable de procéder manuellement. Le cas particulier des griffes montées sur bateau (pour les jussies notamment) est à signaler pour leur efficacité ;

La lutte chimique : efficace sur le moment, elle présente de graves inconvénients d'un point de vue écologique

- Le traitement chimique introduit des substances polluantes dans le milieu aquatique.

- Les formulations contiennent à plus de 90% des adjuvants en solution facilitant l'application et la pénétration dans les cellules vivantes dont la toxicité est avérée sur les organismes aquatiques et dont l'effet est non neutre sur la santé humaine.

- Il est impossible de cibler l'intervention uniquement sur la plante à éliminer.

- En milieu aquatique, les plantes mortes se décomposent sur place avec des risques d'asphyxie et de comblement.

- Une fois la végétation détruite, le sol est dénudé : la nouvelle niche écologique ainsi créée constitue un terrain favorable pour certaines espèces invasives, qui pourront se réinstaller sans concurrence.

- S'ils sont employés seuls, leur effet est seulement visuel. L'année suivante, la reprise ne semble pas toujours affectée par les traitements passés et des interventions tous les deux ans semblent nécessaires pour maintenir une situation de faible colonisation.



Utilisation de phytocide contre la jussie

➲ Enlèvement au godet : vise à extraire la plante avec son rhizome en effectuant un raclage des sédiments (20 cm en général). Le **godet** peut être adapté avec des dents ajourées qui retiennent les plantes sans que la vase ne soit prélevée. Il peut également être muni d'une trame à maillage fin placée au fond pour retenir les fragments. Cette opération peut être couplée aux opérations de curage (*voir fiche "Effets de l'érosion et désenvasement"*) ;

➲ Arrachage au **bras hydraulique :** permet soit des arrachages de pieds, soit des enlèvements combinés de plantes avec le sédiment. Réservé à des opérations de grande envergure (plusieurs centaines à plusieurs milliers de mètres cubes de végétaux).

Intervention sur les plans d'eau :

➲ Chalut attaché à une pelle hydraulique : le filet lesté de plomb encercle l'herbier, qui est ensuite tiré lentement sur la berge ;

➲ Bateau à fond plat équipé d'une fourche à l'avant dont le bras est mobile et peut descendre jusqu'à environ 1 m sous la surface de l'eau. Cela permet d'arracher les herbiers non accessibles depuis la berge ;

➲ Engin amphibie équipé de chenilles et de propulseurs lui permettant de rouler et de flotter, muni à l'avant d'une fourche à dents rapprochées.

Ces opérations exceptionnelles sont généralement efficaces.

• Fauche

Répétée plusieurs fois par an, la fauche peut faire diminuer la vitalité des populations et à terme les faire régresser.

*Pour toute opération d'élimination des plantes en milieu aquatique, l'**écumage** est impératif : l'enlèvement des végétaux produit en effet des fragments qu'il est nécessaire de récupérer pour limiter les risques de bouturage ou de transport de semences. Ce ramassage se fait à l'épuisette. Il permet par ailleurs d'atteindre des endroits difficiles. Il peut être couplé à l'établissement de barrages.*

Une fauche avant maturation complète des semences est un moyen efficace de lutter contre la dissémination des espèces. Le faucardage est par contre à proscrire pour les espèces aquatiques invasives : difficulté de récolter dans l'eau les éléments coupés, repousse favorisée à moins de multiplier les opérations de faucardage, risques pour la faune.



Fauche du solidage

• Lutte chimique

Les seules matières actives autorisées actuellement sont le glyphosate et le dichlobenil dans des formulations commerciales spécifiques aux zones humides. Ils sont considérés comme "toxiques pour les organismes aquatiques et peuvententraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique" (classement CEE du 06/08/01). La lutte chimique est donc à éviter.

Mise en œuvre :

➲ Application du produit par pulvérisateur autonome porté à dos, ou depuis les berges à l'aide d'un tracteur muni d'une rampe d'épandage, ou encore sur l'eau en bateau avec un pulvérisateur de type agricole muni de buses à longue portée.

➲ Les conditions d'application sont délicates : pas de vent, pas de courant, pas d'humidité (rosée, pluie, brouillard).

➲ En milieu aquatique, nécessité de combiner l'opération à la récolte des végétaux (manuelle ou mécanique) 15 jours après le traitement. Le déracinement est alors plus facile et les débris dispersés ne sont plus viables.

Facteurs de limitation « naturels » et lutte biologique des populations végétales

Ils sont de deux ordres :
- physico-chimiques,
- biologiques (consommation, compétition).

Modification des facteurs physico chimiques

La modification artificielle de certains paramètres physico-chimiques peut se révéler nuisible voire fatale pour certaines espèces envahissantes : limitation des apports de matières organiques ou de nutriments, reprise ou accélération des débits, occultation de la lumière (par plantation ou par bâchage), etc.

■ Des baisses de niveau d'eau ou des confinements forcés permettent d'obtenir des amplitudes de **température** importantes et d'augmenter l'impact des périodes de gel. L'élodée dense peut par exemple être détruite par des pulvérisations d'eau chaude (30°C) ; certaines autres espèces indigènes à proximité peuvent par contre également en pâtir.

■ Le **bâchage** n'est applicable que sur des petites surfaces (10 x 10 m). Différents matériaux sont utilisés, depuis les bâches en polyéthylène noir et opaque de type agricole, jusqu'à la toile d'emballage ou les matériaux plus spécifiques comme l'aquascreen, fibre de verre enduite de PVC spécialement conçue pour éliminer la végétation. Il s'agit d'une méthode non sélective. Un ombrage de plusieurs semaines à plusieurs mois est nécessaire. Certaines plantes rhizomateuses y sont particulièrement résistantes (jussie). En revanche, pour le solidage (plante également rhizomateuse), c'est une méthode efficace. La reprise des plantes invasives semble toutefois inéluctable. Des risques de fermentation existent ; la dégradation des matières organiques piégées consomme de l'oxygène et peut provoquer des désoxygénations dans les sites en eau. Ce procédé mérite des études complémentaires.

■ **L'assec** est peu recommandable. La mise à sec d'une partie d'un fossé, d'un cours d'eau ou d'un plan d'eau doit être importante (20 cm de profondeur dans le sol) et longue (plusieurs semaines). Ces conditions sont difficiles à atteindre, les résultats sont peu probants et les conséquences sur le milieu sont grandes.



Lutte contre le solidage glabre, prairie des Sables à Herry [18] sur la Réserve Naturelle Val de Loire : zone bâchée et après bâchage



Exportation vers la déchetterie

■ **L'augmentation du niveau de l'eau** peut favoriser les indigènes (roseau) par rapport aux invasives (solidage).

Lutte biologique

Il existe peu d'observations concernant la consommation ou la prédation des espèces invasives. Un temps d'adaptation des consommateurs autochtones est probablement nécessaire. Les phénomènes de compétition d'espèces sociales vigoureuses sont également mal connus (le roseau et la baldingère pourraient jouer un rôle limitant). La lutte biologique reste pour le moment une voie d'expérimentation.

Après intervention

Un **entretien annuel** est souvent nécessaire. Il est rare qu'une seule opération suffise. Plusieurs passages peuvent même être nécessaires en été et à l'automne si la reprise est importante.

Les **transferts et le stockage temporaire** demandent de grandes précautions pour ne pas propager l'espèce. Les végétaux peuvent être entreposés dans une embarcation, sur les berges ou directement dans une remorque. Il faut donc soigneusement préparer les zones de stockage, limiter leur nombre et en limiter l'accès. La pose de bâche de taille suffisante est envisageable pour recevoir les débris ; cela représente toutefois l'inconvénient de rendre la reprise mécanique difficile, puisque celle-ci risque d'endommager la bâche. La surveillance du chantier et la remise en état du site en fin de chantier doivent être soigneusement réalisées. Un contrôle une semaine après l'intervention est souhaitable. Lors du transport, les sacs doivent être soigneusement fermés, les remorques bâchées. Le nettoyage des outils et des engins (bennes, pelles, roues, chenillettes…) est par ailleurs impératif. Il est fortement recommandé que tout chantier mécanique d'enlèvement soit doté de facilités pour le nettoyage des instruments sur site : génératrice portable, pompe à eau portable, nettoyeur haute pression portable. De même, les personnes ayant travaillé sur le chantier doivent être attentives au nettoyage de leurs bottes, vêtements, etc.

Devenir des déchets : solutions, avantages et inconvénients

Séchage	- Permet une réduction de volume - Si le devenir des plantes est de passer en compostage, le séchage n'est pas recommandé - Nécessite un lieu abrité des vents et éloigné des zones humides - Les végétaux doivent être étendus (et pas en tas) et doivent être retournés périodiquement pour éviter les risques de pourriture
Dépôt en décharge (enfouissement après égouttage ou séchage de quelques semaines)	- Méthode la plus économique - Nécessite de sensibiliser le maître d'ouvrage
Enfouissement	- Souvent accompagné de chaulage - Impacts mal connus sur les nappes phréatiques - Libère du gaz carbonique, des sulfures et du méthane
Incinération	- Commode pour les petits volumes (5 à 20 m^3) et fréquemment employée - Nécessite un séchage - Demande d'autorisation et déclaration auprès des autorités compétentes (mairie, préfecture, DDAF)
Compostage	- La chaleur (jusqu'à 60°C dans un tas de compost) limite la viabilité des espèces invasives
Épandage	- Épandage des fragments broyés très fin de végétaux frais repris par le labour : technique risquée - Épandage de produits de compostage



Nasses à rat musqué

Les résidus de fauche ou d'arrachage doivent être exportés afin d'éviter l'asphyxie et l'atterrissement du milieu. Le devenir des déchets est variable : stockage final, élimination, recyclage, incinération, enfouissement, compostage, engrais vert, etc. S'agissant de plantes qui fixent naturellement du carbone atmosphérique, il est important dans la conjoncture actuelle d'éviter tout rejet massif et rapide dans l'atmosphère. La valorisation (compostage, épandage) est donc préférable à l'élimination (incinération, enfouissement).

Éradication et contrôle des populations animales

Les techniques sont limitées : piégeage et empoisonnement. La lutte chimique est de moins en moins employée du fait des conséquences négatives qu'elle entraîne. Le piégeage lui est aujourd'hui préféré car il est sélectif.
Pour les pièges tuants, seuls les piégeurs agréés peuvent intervenir (agréments obtenus à la suite de formations dispensées par les Fédérations de chasse). Pour les pièges non tuants tels que les cages-pièges, n'importe qui peut piéger, à condition de respecter la réglementation (toute pose de piège étant soumise à déclaration en mairie). Les personnes détenant un permis de chasse peuvent être autorisées, selon les départements, à tirer des espèces invasives pendant la période de chasse ou hors saison de chasse.

Qui contacter :

➲ Le Conseil Supérieur de la Pêche et les Fédérations de pêcheurs pour les espèces aquatiques. Les pêches d'étangs, les ouvertures de vannes sur cours d'eau, etc. peuvent en outre permettre de récupérer certaines espèces indésirables avec des filets.

➲ L'ONCFS, les Fédérations de chasseurs et les Fédérations départementales des groupements de défense contre les organismes nuisibles (FDGDON) pour la lutte contre les ragondins et les rats musqués et pour la protection contre certains dégâts des cultures, des ouvrages et des berges (pose de grillages, répulsifs chimiques).

➲ De nombreuses structures (réparties dans toute la France) s'occupent des tortues de Floride récupérées chez les particuliers ou dans la nature. Il existe également un programme de recherche intéressant développé à l'Université de Paris Sud. Des informations peuvent également être fournies par la Société herpétologique de France.

Que ce soit pour les espèces invasives animales ou végétales, toute action doit être incluse dans une réflexion plus globale au niveau du sous bassin versant, pour éviter les propagation d'un site à l'autre.









Tortue de Floride A / Rat musqué B / Ecrevisse de Louisiane C / grenouille rieuse D

Il est quasiment impossible d'éliminer certaines espèces (écrevisses) lorsqu'elles sont implantées dans un site. Certaines espèces (ragondin, rat musqué notamment) seraient capables de compenser les pertes (par piégeage et autres méthodes de destruction) en augmentant leur taux de reproduction. La solution est alors de limiter leur propagation.

Coûts

Selon les espèces végétales, la surface et l'importance de la colonisation, et les techniques, les coûts sont très variables : cela va du traitement chimique au glyphosphate (à partir de 0,1 euros/m^2), à l'arrachage manuel (2 euros/m^2 pour des renouées) et jusqu'aux techniques de décapage de la surface du sol (31 euros/m^2).

Selon les départements, des aides peuvent être attribuées pour certaines espèces par les Conseils Généraux, les Conseils Régionaux ou les Agences de l'Eau. Cela permet de mener des réflexions et des actions efficaces à l'échelle du sous bassin-versant ; une action isolée sur un site est en effet souvent inutile.

Aspects réglementaires

La réglementation s'articule autour de trois notions : la prévention, l'introduction (dans le milieu naturel) et la lutte.
Les outils juridiques utilisables en prévention sont les **restrictions à l'importation, à la vente et au transport** (Art. L412-2 du Code de l'Environnement). Les restrictions actuelles concernent exclusivement des animaux, à l'exception d'une algue marine. Des listes d'espèces végétales de référence (sans caractère réglementaire) ont toutefois été établies par le CBN de Porquerolles.

L'interdiction d'introduire une espèce envahissante dans le milieu naturel est très clairement énoncée dans l'Art. L411-3 du Code de l'Environnement. L'introduc-tion, qu'elle soit volontaire ou non est sanctionnable. Dans certains cas exceptionnels, une autorisation d'introduction peut être donnée par l'autorité administrative (Ministre ou Préfet) après évaluation de ses incidences sur l'environnement.

Traitement	Traitement final	Risques et contraintes	Conformité
Stockage hors zone inondable	Utilisation en engrais vert	Risque de reprises non contrôlées des plantes, risque d'exportation des graines	Non-conforme en tant que déchet
Pas de traitement intermédiaire	Stockage sur rives et couverture par sédiments	Risque de reprises non contrôlées des plantes	Non-conforme en tant que déchet
Pas de traitement intermédiaire	Enfouissement dans des fosses et recouvrement par de la chaux	Risque de contamination des nappes	Non-conforme en tant que déchet
Mise en sacs plastiques et dépôt en zone non inondable	Brûlage et évacuation des cendres en déchetterie	Problème des grosses quantités	Conforme
Pas de traitement intermédiaire	Stockage sur place après traitement chimique	Risque de reprises non contrôlées des plantes	Non-conforme en tant que déchet



Jussie, vallée de la Somme

Exemples du bassin parisien

Les exemples présentés ci-dessous sont donnés à titre indicatif. Les résultats ne sont pas généralisables.

Espèce	Actions, résultats et limites
Jussies (*Ludwigia sp.*)	- Plan d'actions prévu en 2007 avec le Conservatoire Botanique National de Bailleul et le Conseil Régional de Picardie. - Vallée de la Somme [80] : depuis 2005, arrachages manuels à pied ou en embarcation et exportation sur tous les sites du CSNP, sensibilisation des propriétaires du secteur le plus touché entre Amiens et Abbeville, limitation des prolifération par pose de grilles au niveau des exutoires et des passages inter-étangs.
Myriophylle du Brésil (*Myriophyllum aquaticum*)	- Vallée de la Somme [80] : arrachages manuels avec pose de barrages pour éviter la dispersion des boutures (expérimentation en cours).
Asters américains (*Aster* sp.) dont *Aster lanceolatus*	- Marais de la Souche [02] : pâturage équin et bovin efficace - Vallée inondable de l'Oise [02], sur des terrains paratourbeux (vers Marest-Dampcourt et Abbécourt) ou alluviaux, la fauche répétée donne des bons résultats, a fortiori si elle est suivie d'un pâturage régulier et suffisamment intense. Sur plusieurs sites en propriétés du CSNP, des parcelles de plusieurs hectares de peupleraies ou de saulaies avec mégaphorbiaies colonisées par les asters ont ainsi été restaurées en prairies avec fragments de bas-marais. Une fauche de restauration 2 fois par an pendant 2 ou 3 ans fait très fortement régresser l'aster lancéolé. Celui-ci ne subsiste alors plus que sur les berges non fauchées. En entretien courant, une fauche annuelle au printemps ou en début d'été convient, avec un pâturage estival ensuite, bovin dans le cas présent, ou une/deux fauche(s) de regain. Une année ou deux de non fauche ou de non pâturage fait rapidement revenir l'aster à partir des foyers de dissémination adjacents.
Solidages *(Solidago* sp.)	- Marais de la Souche [02] : pâturage équin et bovin efficace - Prairies de Chenevières [36] : solidage non appétant pour les chevaux (Camarguais notamment). - RN de Boves et l'APPB de Blangy-Tronville [80], travaux d'arrachage efficaces : les tâches naissantes ont été éradiquées.
Renouée du Japon (*Reynoutra japonica*)	- Bassin Artois Picardie : présente en de nombreux secteurs de remblais, mais encore peu sur les berges à la différence de vallées alluviales comme en Basse Seine ou en Alsace-Lorraine-Franche-Comté. - S'installe en bordure de zone humide à la faveur d'un remblais, mais en l'absence d'apport de terre contaminée, le risque d'invasion des tourbières et marais alcalins est minime. - Ne supporte pas les sols organiques inondés trop longtemps (Étang de St Ladre [80]).
Berce du Caucase (*Heracleum mantegazzianum*)	- Présente en mégaphorbiaie.
Arbre à papillons (*Buddleia davidii*)	- Bassin Artois Picardie : par endroits de véritables « forêts-galeries » denses sur certains linéaires d'étangs tourbeux en Haute-Somme [80] sur des berges remblayées par des vases de curage. Il s'étend dans toutes les vallées picardes sur les milieux secs et humides ; il colonise progressivement les environs d'Amiens, notamment les berges de la Somme, de l'Avre, les remblais. Plusieurs pieds sont ainsi apparus dans la RN de Boves en quelques années et ont du être arrachés.
Impatiente du Cap (*Impatiens capensis*)	A envahi de nombreuses saulaies, mégaphorbiaies, phragmitaies et cariçaies tourbeuses de la vallée de la Somme entre Péronne et Abbeville [80], mais ne semble pas poser encore de problèmes de concurrence vis-à-vis d'espèces patrimoniales.

Celle-ci peut également ordonner la capture de l'espèce introduite (Art. R. 411-31 et s. du Code de l'Environ-nement). Des listes d'espèces exotiques sont actuellement en préparation.

La réglementation concernant **la distribution et l'application des produits phytosanitaires** figure au chapitre III titre V, Art. L253-1 à -17 du Code rural. Des restrictions d'utilisation en bordure de zones humides peuvent être formulées. L'ensemble des informations figure sur l'étiquetage.

L'application des produits phytosanitaires est également réglementée : Loi 92-533 et Décret 94-863 du 5 octobre 1994 relatifs à **la distribution et à l'application par des prestataires** de services des produits antiparasitaires et des produits assimilés. Cette réglementation prévoit la détention d'un agrément délivré par le Service Régional de la Protection des Végétaux (Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt).

Les résidus issus de l'enlèvement de plantes sont assimilés à des déchets. Ces déchets figurent au décret 2002-540 du 18 avril 2002 relatif à la classification des déchets à l'annexe II "020103 déchets de tissus végétaux". Ils peuvent donc entrer dans les filières prévues par les différents textes réglementaires : compostage, stockage, incinération (circulaire du 5/01/2000 du Ministère de l'Ecologie et du Développement durable). Les collectivités recourent à des solutions alternatives, les plus fréquentes sont résumées ci-dessous. Il convient de rappeler les articles L541-1 et 2 du Code de l'Environnement qui n'autorisent pas les mises en dépôt hors des filières de produits s'ils sont classifiés comme déchets.

L'article R.427-6 du Code de l'Environnement prévoit que, dans chaque département, le Préfet peut déterminer les espèces d'animaux nuisibles en fonction de la situation locale. Le Préfet est cependant lié par la liste des animaux nuisibles fixée par le Ministre chargé de la chasse (art R.427-5 du Code de l'environnement). L'article L 427-1 et suivants du Code de l'environnement déterminent les conditions dans lesquelles les battues administratives d'animaux nuisibles peuvent avoir lieu.

Suivi

Pour les espèces végétales, l'efficacité est parfois difficile à évaluer et demande la distinction de deux phénomènes :

- la repousse à partir de pieds traités, c'est-à-dire la mesure de l'efficacité directe de la technique,
- le développement de nouveaux individus installés dans un espace devenu disponible après le traitement ; c'est le suivi de la recolonisation.

Cette distinction est plus délicate pour le suivi des espèces animales invasives.

Bibliographie

Agence Méditerranéenne de l'Environnement, 2002 / Centre d'études et de recherche appliquée en environnement, 1998 / Collectif, 2000 / Collectif, 2004 / Comité des Pays de la Loire, 2004 / Conseil de l'Europe, 2001 / Conseil général Deux-Sèvres, Parc interrégional du marais Poitevin, Fédération départementale des groupements de défense contre les ennemis des cultures, Centre social et culturel du pays Mauzéen, 2000 / DEBRIL J., 2005 / DEBRIL J., 2005 / DETAINT M., 2001 / FAVEROT P., 2005 / FDGDON VENDEE, 2003 / Fédération départementale des groupements de défense contre les ennemis des cultures, 2000 / Fédération départementale des groupements de défense contre les ennemis des cultures, 1999 / Fédération des sociétés pour l'étude, la protection et l'aménagement de la nature dans le Sud-Ouest, 2003 / FEMODEC, 2003 / Forum des marais atlantiques, 2003 / Forum des marais atlantiques, 2004 / FOULON S., 2002 / FREDON PAYS DE LA LOIRE, 2003 / G.I.S. Macrophytes des Eaux Continentales, 1997 / MIOSSEC G., 2003 / MONTEGUT J., Groupe COLUMA-ANPP, 1987 / MULLER S. (coord.), 2004 / MULLER S., 2001 / NATUR'IDAE, 2001 / NEPVEU C., SAINT-MAXENT T., 2002 / Parc interrégional du marais Poitevin, 2001 / Parc interrégional du marais Poitevin, 2003 / PASCAL M., LORVELEC O., VIGNE J.D., KEITH P. & CLERGEAU P. (coord.), 2003 / PASQUIER R., ALIGATORE., 2001 / PELTRE M.C., DUTARTRE A., BARBE J., HAURY J., MULLER S., OLLIVIER M., ?? / PNR des Caps et Marais d'Opale, SmageAa, 2005 / ROQUEPLO C., 2003 / SALIOU P. et HENDOUX F., 2003 / SERVAN J. & ARVY C., 1996 / SHEPPARD AW., SHAW RH. & SFORZA R., 2006 / Syndicat mixte de gestion écologique du marais breton et de son environnement, 2003 / WITTENBERG R. (ed.), 2005

Sites Internet

Institut français de la biodiversité
http://www.gis-ifb.org/

Le site du groupe de spécialistes des plantes invasives :
http://www.issg.org/

La liste des 100 espèces invasives les plus nocives au monde :
http://www.issg.org/database/species/search.asp?st=100ss&fr=1&sts=

Le dossier des espèces invasives de l'Union mondiale pour la nature
http://www.iucn.org/biodiversityday/

Les espèces végétales invasives des milieux aquatiques et humides du bassin Artois-Picardie,
http://www.eau-artois-picardie.fr/IMG/pdf/Flore.pdf

Des sites concernant la tortue de Floride
http://tortue.floride.u-psud.fr/
http://www.ese.u-psud.fr/epc/conservation/pages/Tortuflo.html
http://perso.club-internet.fr/josset/florides.htm.

le pôle relais tourbières vous présente des fiches descriptives de certaines espèces invasives sur la page "gestion" de son site internet
http://www.pole-tourbieres.org/gestion.htm

Information et sensibilisation

Pourquoi informer et sensibiliser ?

Ces opérations peuvent permettre :

➲ de mieux faire connaître l'environnement et les paysages qui nous entourent,

➲ de sensibiliser aux risques de dégradation directs (drainage, assèchement, boisement…) et indirects (introduction d'espèces "à risques", pollutions…) des zones humides en mettant l'accent sur leurs spécificités,

➲ d'impliquer la population pour faire en sorte qu'elle "s'approprie" ces zones humides et les protège.

Les messages à faire passer dépendent alors essentiellement :

➲ de l'objectif (informer pour informer, informer pour éviter de dégrader, informer pour impliquer…) ;

➲ du public ciblé (grand public, enfants, utilisateurs du marais, administrations, forestiers, agriculteurs, aménageurs, etc.) ;

➲ des opportunités offertes par le site et son environnement ;

➲ des moyens humains et financiers.

Quels thèmes aborder ?

Les tourbières et marais permettent d'aborder différentes thématiques qui leur sont spécifiques.



L'étang Saint-Ladre, une ancienne fosse de tourbage, RN de Boves [80]

Les zones humides - et les marais et tourbières en particulier - ont une représentation particulière dans l'imaginatif collectif. « J'aime l'eau d'une passion désordonnée… Les marais surtout où toute l'existence inconnue des bêtes aquatiques. […] Rien n'est plus troublant, plus inquiétant, plus effrayant, parfois, qu'un marécage » : cette citation de Maupassant a été utilisée sur un panneau d'un sentier aménagé dans l'Audomarois [62]. Enfiler des bottes et quitter les caillebotis pour marcher sur un sol gorgé d'eau peut alors devenir une « aventure » pour certains.

➲ Présentation des tourbières alcalines, de leur origine, de leur fonctionnement et de la dynamique végétale ;

➲ Présentation des différents habitats ;

➲ Présentation de la faune et de la flore inféodées aux marais, des particularités qu'elles ont développées pour vivre au sein de milieux tourbeux. Le lien entre les espèces et les habitats peut permettre de montrer l'importance de la conservation de certains milieux ;

➲ Lecture de paysage, intégration des tourbières au niveau de la vallée dans son ensemble, présentation des paysages traditionnels de la région ;

➲ Aspects archéologiques et paléoécologiques ;

➲ Aspects historiques, usages d'hier et d'aujourd'hui (utilisation de la tourbe, pâturage, chasse, coupe de bois…). Les tourbières apparaissent très « sauvages » par rapport aux milieux agricoles voisins, mais l'homme y a été très tôt présent ;

➲ Contes et légendes ;

➲ La tourbe, sa formation, ses propriétés, ses usages ;

➲ Importance et gestion de l'eau. L'alimentation en eau est souvent multiple, elle permet d'aborder la notion de nappe phréatique, les phénomènes de résurgences, le rôle des précipitations, tout en étudiant la géographie et la géologie. Le lien unissant les espèces animales

et végétales caractéristiques des marais peut être retracé (espèces animales à cycle de vie mi-aquatique, mi-terrestre, variation de la flore en fonction de la quantité d'eau…). L'importance de la gestion de l'eau peut être rappelée, tout en mentionnant le caractère normal et naturel des inondations saisonnières ;

➲ Objectifs et techniques de gestion des habitats naturels (pâturage, rajeunissement…) et problèmes posés par l'anthropisation des milieux naturels. Cette thématique pourra être développée pour des publics professionnels (forestiers, gestionnaires d'espaces verts, chasseurs, etc.) ;

➲ Fonctions des zones humides (zones de stockage et d'épuration des eaux dans les marais…).

Interprétation d'un site

L'interprétation est une démarche de communication qui vise à expliquer au public la signification d'un site.

Son but n'est pas d'apporter une information complète et détaillée mais de piquer la curiosité des visiteurs et de faire en sorte qu'ils se posent des questions. Elle met l'accent sur les relations entre les êtres et les choses, en particulier dans le cas des espaces naturels. Elle s'intéresse aux évolutions dans le temps et aux analogies dans l'espace. Elle cherche à marier le plaisir de la découverte et la satisfaction de comprendre.

Interprétation => orienter, informer, animer, convaincre, expliquer, promouvoir une organisation, influencer le comportement, développer localement le sens de l'esprit des lieux.

L'interprétation emprunte notamment aux savoir-faire de la pédagogie, de la communication moderne, de l'animation et des arts du spectacle (mise en scène, scénographie).

Les témoignages du site sont rarement directement perceptibles par les visiteurs :

➲ soit parce que les « indices » sont imperceptibles ;

➲ soit parce que l'histoire naturelle ou humaine sur laquelle le site porte témoignage est trop complexe.



S'avoir s'adapter à son public, RN de Boves [80]

Le travail d'interprétation implique donc :

➲ une recherche approfondie sur le site lui-même,

➲ la détermination des idées à faire passer,

➲ le choix des outils de communication, par lequel les messages seront communiqués aux visiteurs avec un souci d'intégration au site,

➲ une phase d'évaluation pour connaître la pertinence des objectifs et des moyens choisis.

Il requiert une **grande attention portée aux publics dans leur diversité, à leurs attentes et à leurs niveaux divers de connaissance.**

Dans tous les cas, la mise en œuvre d'une signalétique n'est justifiée que si le site reçoit suffisamment de public.
Si le site n'offre en lui-même aucun attrait ou intérêt potentiel fort (par sa qualité esthétique ou spectaculaire, par sa notoriété, par sa richesse en sujets d'interprétation), la mise en place d'interprétation, surtout si elle est limitée à des moyens signalétiques, ne suffit pas à générer une fréquentation substantielle. Reste une raison publicitaire ou politique pour l'organisme qui aménage le site.

Si par contre le site est attractif par ses qualités propres, un bon programme d'interprétation peut très sensiblement accroître sa fréquentation. Il peut aussi canaliser les visiteurs sur certains points et itinéraires, là où les risques d'impacts négatifs sur l'environnement sont les plus faibles. Il permet aussi d'influencer l'attention et la considération des visiteurs à l'égard du site.

Programme multi sites de découverte des zones humides de l'Aisne

Déjà intégrées dans le réseau des sites d'initiations à l'environnement du département de l'Aisne piloté par le CPIE des Pays de l'Aisne, cinq gestionnaires de zones humides ont décidé de mettre leurs compétences, leurs moyens et leurs programmes en commun afin d'offrir au public une meilleure approche des zones humides. Ceci permettra d'offrir un programme complet de découverte des divers types de zones humides du département et de leurs intérêts.



Plaquette "Le marais de Samara" [80]



Visite du marais Vernier [27]

Plan de fréquentation : *identifie en termes qualitatifs, quantitatifs et surtout géographiques les objectifs de la fréquentation.*
Plan d'interprétation : *analyse comment doit être mis en scène la communication des éléments du patrimoine pour qu'ils puissent capter l'attention du public et être mémorisés au mieux.*

Outils de communication

Ils sont de deux types : ceux qui impliquent un contact personnel et ceux qui reposent sur des moyens uniquement matériels. Les outils de communication ne sont pas interchangeables, mais ils sont souvent complémentaires.

Pour mettre en œuvre des outils de communication adaptés au contexte et les utiliser de manière complémentaire (en évitant les thématiques redondantes), l'élaboration d'un plan d'interprétation est nécessaire à l'échelle du site s'il est isolé, à l'échelle intercommunale ou des petites régions si le site s'inscrit dans un plus vaste écocomplexe.

Accueil du public au sein de marais et tourbières

Les contraintes techniques à prendre en compte pour assurer la sécurité des visiteurs (instabilité des sols, trous d'eau, nécessité de cheminements spécifiques…) et les particularités techniques de l'implantation de panneaux, de caillebotis, etc. en milieux tourbeux ne seront pas décrites ici. La bibliographie est suffisamment riche sur ce sujet.

Responsabilités

Propriétaire ou non du site, le gestionnaire peut être tenu comme responsable d'accident dès lors qu'il est considéré comme le gardien de la chose (des éléments qui composent le site) c'est-à-dire qu'il dispose de la maîtrise de l'usage, de la direction de cette chose. Sa responsabilité dépasse les simples obligations stipulées dans un éventuel contrat et il existe toujours des obligations tacites (nécessité de mise en sécurité, d'information et de conseils…). Les imprudences, les négligences et les violations d'un règlement de sécurité sont considérées comme une faute (1382 et 1383 Code civil) et peuvent devenir support d'une responsabilité pénale en cas

	Avantages	Inconvénients
Panneaux *in situ*	- Donnent des informations d'accueil - Proposent un support à tout moment de la journée - Intègrent des images, des textes - Représentent un "investissement" plus facile à mobiliser	- Difficulté d'intégration dans le paysage - Inadaptés pour de grands groupes - Ne répondent pas aux attentes de tous mais aux attentes d'un public 'moyen' - Lassant pour les visiteurs réguliers - Sensibles au vandalisme
Animation sur site (visite guidée, événementiel, points d'information…)	- Un des moyens de communication parmi les meilleurs - Possibilité de répondre directement aux questionnements du public - Adapté aux sites les plus fréquentés - Permet d'aborder des processus compliqués - Large flexibilité, les discours pouvant être adapté au public (scolaires, touristes…), au contexte, etc. - Nécessite peu d'investissement initial - Peut générer des revenus - Bon moyen pour rendre hommage, partager, mettre en valeur, etc.	- Nécessite une organisation pointue et des compétences tant scientifiques que pédagogiques - Nécessite des équipes qui doivent être encadrées et rémunérées (avec un fonctionnement et un budget à ajuster régulièrement) - Nécessite un engagement continu des participants pour maintenir la qualité de l'intervention
Publications	- Dépliants et plaquettes touchent un large public - Peuvent fournir des informations détaillées - Possibilité de consulter ou de télécharger sur Internet à tout moment	- Ne touchent pas les personnes qui n'aiment pas lire - Difficile de les laisser à disposition sur le site - Diffusion ciblée difficile
Multimédia : son et images, site Internet, etc.	- Plus grand nombre d'informations transmises - Large panel d'outils - Propose des interventions multilingues - Idéal pour expliquer des phénomènes évolutifs ou dynamiques	- Peut rendre l'animation plus spectaculaire que le site lui- même - Exige des installations et du matériel de professionnel - Nécessite des mises à jour régulières
Centre d'accueil des visiteurs (« maisons »)	- Disposer sur le site d'objets, de matériel - Disposer d'un large éventail de méthodes d'interprétation, en même temps pour différentes attentes du public - Ouvert tout au long de l'année - Contrôle l'accès à un site et l'utilisation qui en est faite - Peut générer un revenu et créer un emploi (mais rarement rentable) - Peut devenir un point fort pour la motivation des communautés locales	- Nécessite des investissements lourds - Nécessite un soutien « politique » continu - Nécessite du personnel - N'est pas ouvert à toutes heures - Nécessite des investissements pour la maintenance et la mise à jour des informations - Parfois redondant avec des structures similaires trop proches - Doit être renouvelé pour être attractif


L. Barbier, PNR des Caps et Marais d'Opale

Aménagement pour le public handicapé [62]

d'accident corporel. La responsabilité du 'gardien de la chose' l'amènera éventuellement à réparer un préjudice (1384 Code civil).

Accessibilité pour tous

Certaines personnes se déplacent avec difficultés (non-voyants, mal-voyants, mal-marchands, personnes en fauteuil roulant, personnes âgées, parents avec poussettes, etc.). Plusieurs handicaps (mobilité réduite, déficience mentale, déficience auditive, déficience visuelle) limitent l'accès à certains types d'animations.

L'accessibilité doit assurer l'autonomie et la sécurité physique de ces personnes. C'est une obligation nationale (Loi du 30 juin 1975, Décret du 26 janvier 1994). L'accessibilité fait donc partie des règles générales de construction, au même titre que la sécurité. Tous ces aspects font l'objet de normes techniques définies dans un cadre réglementaire.

Leur mise en œuvre doit permettre à tous :

- de circuler sans se heurter à des obstacles,
- d'accéder aux bâtiments,
- d'utiliser toutes les prestations offertes au public (animation, visite…).

L'accessibilité d'un site peut être reconnue par l'obtention d'un label décerné par l'Association des Paralysés de France : « Le tourisme, c'est pour tous ». Fort de son savoir-faire, le PNR Caps et marais d'Opale en a bénéficié ; des visites adaptées à différents types de public y sont également proposées.

• Prévenir les risques liés :
- au milieu naturel,
- au comportement humain,
- aux travaux, équipements et ouvrages,
- aux activités d'animation,
- à la présence d'animaux domestiques.

• Informer sur les dangers.

• Afficher sa volonté de sécurité dans les rapports d'activité.

• Être assuré et s'assurer vis-à-vis des animateurs.


P. Dercheverry, 2006

Sentier sur caillebotis, marais de St Gond [51]



Panneau d'interdiction, tourbière d'Arleux [59]

Contrôle de la fréquentation

La période de fréquentation s'étend d'avril à septembre en zone non touristique ; elle se concentre sur les mois de juillet et d'août dans les zones touristiques.
La fréquentation peut entraîner des dégradations diverses sur les tourbières et les marais : multiplication de petits sentiers créés par les promeneurs, vandalisme sur le mobilier, dépôt d'ordures, dérangement de la faune (chiens en liberté), dérangement des troupeaux, prélèvements et piétinement d'espèces végétales, tassement du sol…

Pour maîtriser la fréquentation, différentes actions préventives sont envisageables :

- éviter d'ouvrir des sentiers dans le cœur du marais,
- masquer certains sentiers par des aménagements légers (creusement de fossé, branchages pour interdire certaines sentes, panneaux appelant à rester sur les sentiers, pose de clôtures, maintien de haie, etc.),
- sensibiliser les usagers sur les impacts d'une trop forte fréquentation.

La fréquentation peut également faire l'objet d'une réglementation (fréquentation interdite). Des mesures répressives peuvent alors être prises. Cette démarche est généralement très mal perçue par les usagers habituels du site. La mise en place de clôtures pour le pâturage est par contre beaucoup plus facilement acceptée.

Différents outils permettent de **mesurer la fréquentation :**

- de type détection acoustique (de l'ordre de 1000 euros). Une plaquette enfoncée à une profondeur de 5-10 cm réagit à la pression des pas et est reliée à un poste enregistreur, d'une autonomie d'alimentation de deux ans ;
- de type pyro-électrique (coût similaire), détecte la chaleur dégagée par les visiteurs ;
- de type tourniquets pour les sentiers bien canalisés ;
- comptage (des personnes, des voitures) par un salarié.

Exemples dans le bassin parisien

Les exemples présentés ci-dessous sont donnés à titre indicatif. Cette liste n'est pas exhaustive.

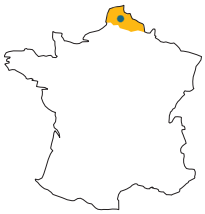
Sites	Thématiques abordées et supports
Tourbière d'Episy [77]	Sentier pédagogique de 1 200 m, accessible aux personnes à mobilité réduite et plate-formes d'observation
Tourbière de Vred [59]	- Projet de maison de la tourbière abandonné. Le choix d'une maison de la tourbière avait été décidé pour limiter la fréquentation de la tourbière en elle-même. - Spectacle sur l'histoire de la tourbière « Tourbe d'hier, charbon d'antan » - Chantiers écoles, visites guidées
Marais Vernier, RNN des Mannevilles [27]	Accès très réglementé
Marais d'Arleux [59]	- Panneaux "La formation de la tourbe", "L'histoire des paysages et la place de l'homme" - Visites guidées régulières
Marais de l'Audomarois, RNR Romelaëre [62]	- Visite en barque - Aménagement adapté à tous publics (label « Tourisme & Handicap ») - Bâtiment d'accueil « La Grange Nature »
Marais de Frocourt [91]	Sorties nature pour les scolaires ou le grand public 'L'eau et des milieux humides'
Marais de Cessières-Montbavin [02]	Sorties nature, stages de formation, réunions scientifiques
Marais du Rabuais [91]	- Visites grand public et scolaires dans le cadre des animations ENS - Observatoire et panneaux pédagogiques

Des enquêtes de fréquentation permettent de mesurer la satisfaction des visiteurs.

Pour les autres outils de communication (plaquettes, lettres d'informations, films…), il est plus difficile d'évaluer leur efficacité.

Bibliographie

BRINGER JP., TOCHE J., 1996. / CARTER J., 2005 / Collectif, 2004 / DAUSSEUR-DOLLEANS, 1990 / FAVEROT P., THEVENIER A., 1999 / FEVRE J.L., 1988 / MARTIN-THERRIAUD F., LIARAS M., LEMAITRE O., 2005 / TERRASSON, ? / TERRIER C., 2000 / TOMATIS J., 1987



Marais audomarois

Gestion des ligneux
Gestion hydraulique

Région : Nord-Pas de Calais
Département : Nord-Pas de Calais

Superficie de la zone humide : 3731 ha
Superficie du site : 110 ha
Statuts de protection ou liés à des inventaires : Réserve Naturelle Volontaire (prochainement RNN) ; ZNIEFF ; ZPS et ZSC
Propriétaires : PNR des Caps et Marais d'Opale (88 ha), CG du Pas de Calais (23 ha), CG du Nord (1 ha)
Gestionnaires : PNR des Caps et Marais d'Opale
Groupements végétaux tourbeux ou para-tourbeux : Végétations aquatiques enracinées des eaux profondes (*Potametea pectinati* ; *Nympaeion albae*)
Roselières et cariçaies (*Phragmiti-Caricetea elatae*)
Végétations arbustives hygrophiles (*Alnetea glutinosae / Alno-Ulmion, Salici-Virburnion*)
Végétations des prairies hygrophiles à inondables.
Végétations aquatiques flottantes ou peu submergées (*Utricularia Stratiotetea stratioton*)



Carte des étangs du Romelaëre



Etang du Romelaëre

PRÉSENTATION DU SITE

Le marais audomarois se situe à la confluence de la plaine maritime flamande, de la Flandre intérieure et des collines d'Artois. Constituant la plus vaste zone humide régionale, c'est un site d'intérêt exceptionnel situé dans le Parc Naturel Régional des Caps et Marais d'Opale. Véritable mosaïque de milieux, il est composé d'une multitude de parcelles de terre et d'eau (13 200) parcourues par plus de 700 km de canaux, que se partagent environ 5 000 propriétaires. Actuellement, les 3 731 ha du marais audomarois sont occupés par des prairies (30 %), des milieux aquatiques : étangs, fossés et rivières (15%), des cultures maraîchères et floricoles (13 %), des espaces boisés (9 %) et des grandes cultures (9 %).

Historique du site

Aménagé progressivement depuis le XVIII[ème] siècle, le marais est passé d'un état sauvage « impraticable » à celui de marais « domestiqué ». Les secteurs les plus tourbeux comme la RN des étangs du Romelaëre ont été exploités pour leur tourbe dès le XVIII[ème] siècle et jusqu'à l'avènement de la houille. Le reste du marais a lui été cultivé sous la forme de grands jardins et de vaines pâtures qui existent encore aujourd'hui. C'est le dernier marais maraîcher de France.

Fonctionnement hydrologique

La zone humide est principalement alimentée par les eaux en provenance du bassin versant de l'Aa, par les apports du canal de Neuffossé et par des phénomènes d'artésianisme au contact des collines d'Artois. Elle est donc sertie entre l'ancien delta de l'Aa et son bassin versant. Les apports en eau sont influencés directement par la gestion du bassin versant et celle du delta de l'Aa. Ainsi, le marais dépend directement de la gestion pratiquée au-delà de ses limites.
La cote minimale du niveau d'eau dans le marais est permanente et en lien direct avec la cote du canal à grand gabarit qui garantit le passage des péniches. Paradoxalement, cet usage pour artificiel qu'il soit est certainement celui qui a évité un assèchement plus important et plus rapide du marais. Le marais étant en lien direct avec le canal (hors 500 ha gérés par casiers hydrauliques), il en subit directement les fluctuations. La réserve du Romelaëre possède des casiers où l'eau est gérée à la hausse afin de favoriser les hélophytes et les cortèges faunistiques associés. D'autres secteurs de prairies se situent sous la cote moyenne du canal et l'absence de gestion hydraulique condamnerait ces espaces.

USAGES ET FONCTIONS

La fonctionnalité du marais est difficile à appréhender étant donné son origine entièrement anthropique et la gestion artificielle du niveau d'eau. Peu de données naturalistes anciennes permettent de mesurer l'évolution de la valeur patrimoniale du site. L'enjeu patrimonial actuel reste majeur et de niveau européen. On peut citer entre autres la présence de 200 espèces d'oiseaux dont 92 régulièrement nicheuses et 35 de l'annexe I de la Directive Oiseaux. Le site abrite également 40 espèces végétales protégées, de nombreuses espèces d'insectes, 19 espèces de champignons menacées d'extinction et plusieurs espèces à forte valeur patrimoniale : *Vertigo moulinsiana*, couleuvre à collier (*Natrix natrix*), triton crêté (*Triturus cristatus*), murin des marais (*Myotis dasycneme*)…



Stratiotes aloides (aloès d'eau), espèce protégée, liste régionale - Nord - Pas-de-Calais

Actuellement, le statut de dernier marais maraîcher de France confère au marais une place particulière dans les zones humides françaises avec des difficultés connexes. Cela lui confère une valeur paysagère et culturelle (premier jardin identifié au XII^{ème} siècle) mais amène aussi en corollaire des difficultés de niveau environnemental.

MENACES ET ENJEUX DE PRÉSERVATION

Situé dans une région à forte densité de population (322 hab/km^2), le marais subit comme les autres espaces naturels régionaux une forte fréquentation sur l'année au travers des sentiers aménagés à cet effet ou au travers de l'activité importante des bateliers.
Les menaces qui pèsent sur le marais audomarois sont celles inhérentes aux zones humides en général : boisements spontanés ou volontaires, creusements de plans d'eau illégaux, développement incontrôlé d'habitations légères de loisirs, comblements de fossés, etc.

EXPÉRIENCES DE GESTION

• Principaux acquis : la gestion des roselières et des mégaphorbiaies
Au fil de 25 années de gestion conservatoire sur la RN des étangs du Romelaëre, le Parc a pu développer des pratiques de gestion visant à limiter les ligneux (saules essentiellement) et à favoriser les végétations hélophytiques.

➲ Des digues ont été reconstituées afin de pouvoir contrôler les niveaux d'eau et des dispositifs de relevage des eaux ont pu être installés (buses avec clapet anti-refoulement ou pompes immergées).

➲ Le fauchage des roselières et des mégaphorbiaies s'est mécanisé progressivement. Aujourd'hui, le gestionnaire parvient à évacuer annuellement environ un millier de bottes de foin d'une quinzaine de kilos. Ce foin sert à reconstituer des digues situées sur des hauts fonds de l'étang du Romelaëre.

➲ Les saules sont recépés et le bois ensuite utilisé à 100 % pour préserver ou reconstituer les anciennes digues de séparation des étangs (le bois était autrefois incinéré sur place). Ainsi les boisements de saules qui couvraient jusqu'à 80 % des roselières ne sont-ils plus présents qu'à raison de 5 à 10 % sur des espaces stratégiques. Ces importants travaux ont permis le retour du Butor étoilé Botaurus stellaris dès 1999. Le Romelaëre est actuellement le seul site de reproduction régulier de l'espèce en Nord-Pas de Calais.

➲ La complexité du site a longtemps fait hésiter le gestionnaire sur la stratégie de gestion à adopter. En effet, le matériel de fauche, tout comme les engins de curage, ne peut être emmené que par bateau ce qui limite la capacité d'intervention. Le dispositif complet de fauche exportatrice



Porte d'eau



Blongios nain

(barge – tracteur – faucheuse – andaineuse et presse) a été mis au point en 2000 grâce au soutien de la DIREN et de l'Agence de l'Eau. Il permet désormais de mener des interventions ciblées et économes en main d'œuvre sur les roselières dès la fin du mois d'août.

• Suivi des fauvettes paludicoles nicheuses des roselières (depuis 1996)
Développé en partenariat avec le CRBPO, ce suivi a permis de fournir un indicateur nouveau de la qualité de ces milieux. Ce protocole est depuis devenu le « STOC Roseaux ». Parallèlement, il a démontré l'enjeu de ces habitats palustres pour les fauvettes paludicoles et les densités remarquables qu'elles présentent sur le site.

• Une forte implication des volontaires dans la gestion des milieux
Depuis les années 80, l'implication des volontaires pour la gestion des milieux est forte au sein de la réserve. Plusieurs milliers de journées bénévoles ont été réalisées (indispensables pour avoir autant de recul sur les techniques de gestion). Actuellement, ce sont quelques 500 journées volontaires qui sont réalisées annuellement principalement dans le cadre de partenariats avec des lycées agricoles de la région.

• Une gestion difficile en raison du morcellement important du site
Le morcellement du site constitue une difficulté majeure pour sa gestion. Avec plus de 23 km de cours d'eau, les parcelles n'excèdent que rarement les 4000 m³ et les 20 m de large. La cartographie du site n'en est donc pas facilitée. Il s'agit là de l'un des enjeux du prochain plan de gestion qui devra définir une échelle cartographique plus pertinente et adaptée aux nombreuses espèces recensées.

INVENTAIRES ET SUIVI

- Suivis qualitatifs et quantitatifs des niveaux d'eau ;
- Suivi des populations d'oiseaux d'eau, en particulier du butor étoilé (*Botaurus stellaris*) et du blongios nain (*Ixobrychus minutus*) ; recensement de la colonie de reproduction de grand cormoran (*Phalacrocorax carbo*) et l'hivernage des canards ;
- Suivi de la végétation lors de chaque plan de gestion avec 25 carrés permanents, permettant de juger notamment



Fauche d'une roselière



Chantier volontaire



Butor étoilé





^ Reconstitution d'une digue avec des saules
< Inscription en braille sur une plaque de laiton

l'évolution de certains habitats particuliers et plusieurs populations de plantes (orchidées, grande douve *Ranunculus lingua et baldellia fausse renoncule Baldellia ranunculoides* …).

➲ Participation au programme régional de suivi et d'évaluation de la qualité des zones humides par des bio-indicateurs (depuis 2001) piloté par Espaces naturels régionaux, financé par le Conseil Régional du Nord-Pas de Calais et l'Agence de l'Eau Artois-Picardie. Ce protocole, fondé sur le recensement des oiseaux en période de reproduction, a permis d'établir depuis 4 ans un bilan de l'état de santé de la diversité ornithologique et des milieux humides à l'échelle de la région, sur la base d'un réseau de sites humides suivis selon une méthodologie d'échantillonnage identique.

COMMUNICATION ET SENSIBILISATION

➲ La réserve accueille environ 100 000 visiteurs par an, dont 30 000 visiteurs au bâtiment d'accueil « la Grange Nature » ;

➲ Le Romelaëre est depuis 1999 la première réserve de France à bénéficier du label « Tourisme & Handicap » reconnaissant son accessibilité pour tous : sentier sur pilotis (1,5 km) accessible et sécurisé pour les personnes non-voyantes ou en fauteuil roulant ; bornes d'interprétation en relief et braille tout au long du sentier.

➲ À signaler que le sentier sur pilotis a réduit notoirement les problèmes d'accueil et de dégradation sur la réserve et qu'il est, localement au moins, devenu un faire-valoir pour le gestionnaire.

NOUS AVONS NOTÉ

• Une gestion visant à limiter les ligneux et à favoriser les végétations hélophytiques
• Un contrôle des niveaux d'eau et des dispositifs de relevage des eaux
• L'utilisation sur place du foin et des ligneux exploités pour reconstituer les digues
• L'implication forte des bénévoles qui permet d'avoir un certain recul sur la gestion du site
• Des difficultés liées au parcellaire très morcelé
• Le label « Tourisme et Handicap » qui reconnaît l'accessibilité pour tous d'un parcours de 2,5 km

CONTACT

Luc BARBIER, conservateur
Hugues DESREUMAUX, garde chef
Maison du Parc, BP 55
62510 ARQUES
tél. : 03 21 87 90 90
fax : 03 21 38 92 10

BIBLIOGRAPHIE

ALFA & coll., 1996 – Plan de gestion du site et de la réserve naturelle volontaire des étangs du Romelaëre. Syndicat Mixte d'Aménagement et de Développement de l'Audomarois. 147 pp. et annexes.

ALFA & coll., à paraître – Plan de gestion de la future Réserve Naturelle Nationale des Etangs du Romelaëre. Parc naturel régional des Caps et Marais d'Opale et DIREN Nord-Pas de Calais.

ARNAUD D. & al., 2006 – Au fil de l'eau entre Flandre et Artois : le marais Audomarois. Punch Editions, 96 p.

BARBIER L. & MULET F., 2003 – Le Marais Audomarois, regards d'enfants, visions d'avenir… Parc naturel régional des Caps et Marais d'Opale, 52 p.

TERRIER C., 2000 – L'accessibilité des sites naturels au public handicapé : la réserve naturelle des étangs du Romelaëre. ATEN, 64 p.



Basse-vallée de l'Authie

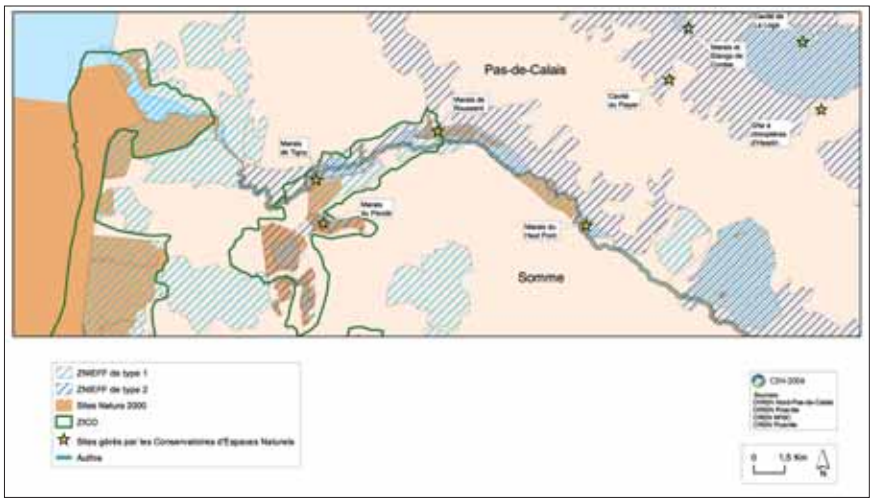
Protection de l'ache rampante *(Apium repens)*
Pâturage extensif
Gestion des ligneux
Création de gouilles

Région : Nord-Pas-de-Calais - Picardie
Département : Pas-de-Calais - Somme

Superficie de la zone humide : 2174 ha
Superficie du site : 158 ha (Pas-de-Calais) et 45 ha (Somme)
Statuts de protection ou liés à des inventaires : Sites Natura 2000 "Prairies et marais tourbeux de la basse-vallée de l'Authie", "Vallée de l'Authie", "Marais arrière-littoraux picards", ZPS "Marais arrière-littoraux picards" ; Pas-de-Calais : ZNIEFF type I ; Somme : ZNIEFF de type I et II.
Propriétaires : Communaux (environ 500 ha dans le Pas-de-Calais) et privés ; Conservatoire des Sites Naturels de Picardie (43 ha)
Gestionnaires : Conservatoire des Sites Naturels du Nord et du Pas-de-Calais, Conservatoire des Sites Naturels de Picardie
Groupements végétaux tourbeux ou para-tourbeux : Communautés annuelles oligo à mésotrophiles de bas-niveau topographique (*Elatino triandrae-Cyperetalia-fusci*) ; Herbiers à Characéees (*Charetea fragilis*) ; Végétations des bas-marais neutroalcalins (*Hydrocotylo vulgaris-Juncetum sudnodulosi / Thelypterido palustris – Phragmitetum australis / Lathyro palustris – Lysimachietum vulgaris*) ; Tourbières de transition et tremblants (*Caricion lasiocarpae*).



< Vue aérienne du marais de Roussent
Statuts d'inventaire et de protection dans la Basse vallée de l'Authie v



PRÉSENTATION DU SITE

Description générale et paysagère

L'Authie est un fleuve côtier d'environ 100 km situé à la limite de la Picardie et du Nord-Pas-de-Calais. La basse vallée de l'Authie constitue le secteur dans lequel se concentre la majeure partie des zones tourbeuses du bassin versant. On peut citer parmi elles le marais de Roussent, le marais de Tigny et le site de Nampont Saint-Martin et Villers sur Authie. Le paysage actuel est typique des fonds de vallée du nord de la France où alternent peupleraies, mares et marais de chasse et lambeaux d'une utilisation plus ou moins extensive par pâturage et/ou fauche.

Histoire et usages anciens

- Défrichements importants du XI[ème] siècle jusqu'aux années 1850 ;

- Travaux d'assèchement principaux au XIX[ème] et création du réseau de canaux ;

- Exploitation de tourbe du début du XIX[ème] siècle jusqu'aux années 1950 (en particulier sur le marais de Roussent) ;

- Bois de chauffe (localement) ;

- Pâturage : pratique très ancienne, antérieure aux travaux d'assèchement ;

- Viviers à poissons : antérieurs au XVII[ème] siècle, implantés le long du ruisseau du Pendé ;

- Site utilisé comme prairie de fauche puis comme pâture ;

- Fauche de la roselière des « Grands Viviers » par un chaumier jusqu'au début des années 1990.

Contexte et fonctionnement hydrographiques

L'Authie draine à elle seule un bassin versant de 890 km². Les principaux aquifères sont :

• La nappe alluviale, de capacité limitée ;

• La nappe du Crétacé dite "nappe de la craie" comprenant des craies et craies marneuses, et contribuant au débit de l'Authie à 80%.

Ces deux nappes sont en contact de manière directe ou indirecte en fonction de la présence d'argile dans les alluvions déposées par l'Authie.

Maîtrise d'usage

- Marais de Roussent, de Tigny et de Douriez (62) gérés par le Conservatoire des Sites Naturels du Nord et du Pas-de-Calais ;

- Marais du Pendé (80) : propriété du Conservatoire des Sites Naturels de Picardie grâce aux mesures compensatoires consécutives à la construction de l'A16, et géré par le CSNP ; bail SAFER sur une pâture humide à Nampont Saint-Martin ;

- Bail de chasse sur l'ensemble des parcelles (association communale de chasse, bailleurs individuels).



La présence d'*Apium repens* constitue un élément fort de la richesse écologique du marais de Roussent

USAGES ET FONCTIONS

Valeur écologique fonctionnelle
La vallée présente de manière générale un fort intérêt pour la conservation d'espèces et d'habitats. De nombreux corridors écologiques sont utiles à des espèces turficoles, prairiales ou aquatiques (y compris les poissons migrateurs qui remontent l'Authie en partie : truites de mer, saumons atlantiques, lamproies…). La basse-vallée de l'Authie joue un rôle épurateur des eaux, notamment dans la circulation transversale de l'eau.

Valeur patrimoniale
La basse-vallée de l'Authie présente une richesse floristique et faunistique importante, avec la présence notamment de :

- une plante de la directive habitats (annexe I) : l'ache rampante (*Apium repens*) ;
- deux plantes protégées en France ;
- 22 plantes protégées dans le Nord-Pas de Calais et 41 espèces patrimoniales pour leur menace ou leur rareté régionale ;
- d'un point de vue faunistique, 8 espèces de l'annexe I de la directive habitats et 6 espèces de l'annexe II. On trouve également 17 espèces menacées aux niveaux national et régional et 50 espèces protégées du Nord-Pas de Calais (majoritairement des oiseaux).

Valeur et usages économiques
Les zones tourbeuses de la vallée de l'Authie font l'objet de plusieurs usages économiques :

- production : populiculture, agriculture, pisciculture ;
- loisirs : tourisme, pêche, chasse.

Les services rendus par ces différents usages ont été évalués et s'élèvent à plusieurs centaines de milliers d'euros par an. Les services « écologiques » rendus sont également extrêmement importants, en particulier d'un point de vue hydrologique et concernant les inondations, l'eau potable, l'eutrophisation, l'envasement et la qualité piscicole.

MENACES ET ENJEUX DE PRÉSERVATION

- plantation de peupliers : elle a entraîné la disparition de nombreux milieux remarquables ;
- création de plans d'eau : elle a entraîné une modification du fonctionnement hydraulique, une augmentation de l'évaporation (baisse du niveau de la nappe), des problèmes de gestion de ces plans d'eau (plantes invasives, etc.) et de pollution directe de la nappe ;
- dynamique naturelle due à l'abandon des pratiques extensives d'exploitation ;
- baisse du niveau de la nappe, liée à la hausse des volumes d'eau pompés ;
- augmentation des constructions dans ou à proximité du lit majeur ;
- modification des intérêts cynégétiques par l'arrivée des sangliers dans les marais (fortes chaleurs estivales), qui modifient la volonté de limitation de l'embroussaillement et les objectifs de gestion de l'eau ;
- modification du paysage agricole sur le bassin versant. Elle a des conséquences notamment sur l'apport de MES dans la vallée. Les volumes apportés dans la basse-vallée ont été estimés à 200T/ha/mois (valeurs exceptionnelles) lors d'une crue en 1994-5 (période de retour 20 ans). Cette modification du paysage entraîne également une hausse du taux de nitrates dans la nappe de la craie, menaçant réellement les formations végétales.

EXPÉRIENCES DE GESTION

• Conservation de l'ache rampante par la mise en place d'un pâturage extensif
Sur le marais de Tigny, plusieurs parcelles font l'objet d'opérations de gestion en faveur de l'ache rampante, plante se développant dans les zones surfréquentées par le bétail.
Le fermage pré-existant au conventionnement du CSN, a pu être adapté dans un objectif de conservation de l'ache rampante (dédommagements liés à des contraintes environnementales).

• Enclos dit "des Grands Trous" du Marais de Roussent

Objectif : maintien de la faible population existante par soutien du pâturage.
Mise en œuvre : pâturage mixte bovin/équin ou seulement équin pour créer des secteurs piétinés, chargement moyen : 0,11 UGB/ha/an.
Résultats : très mitigés, en raison des problèmes de mise en pâturage (clôtures, contexte local) et de pressions trop faibles (l'ache rampante est néanmoins toujours présente au niveau des secteurs, non pâturés, mais piétinés sur le chemin d'accès aux huttes du marais, menant à cet enclos).

• Marais de Tigny

Objectif : conservation d'une très importante population d'ache rampante en augmentant la charge de pâturage et en limitant l'apport d'intrants et les traitements.



Confusion entre droit d'usage et droit de propriété : installation d'une clôture autour d'un plan d'eau, marais du Roussent



Installation de nouvelles clôtures pour le pâturage, marais de Tigny

Mise en œuvre : pâturage équin et bovin (2 enclos différents) par l'intermédiaire de deux baux de fermages antérieurs avec un exploitant d'un cheptel de laitières et une éleveuse de chevaux. Une convention de gestion a été signée avec la commune propriétaire.
Résultats : Débuts difficiles sur le premier plan de gestion (1999-2003) pour trois raisons principales :

- Inondations très importantes en 2001 perturbant l'activité des exploitants avec des conséquences importantes en 2002 et 2003 ;
- Doute sur l'identité de l'ache du fait de la possibilité émise par le Conservatoire Botanique National de Bailleul d'introgression avec la variété ochreatum de l'ache nodiflore (Apium nodiflorum) ;
- Complexité du plan de pâturage.

Avec l'expérience, le second plan de gestion donne plus de satisfaction :

- Doutes sur l'identité spécifique levés à l'aide d'études génétiques ;
- Modification des clôtures pour un fonctionnement optimal.

Conclusion pour la conservation de l'ache rampante :

- Conservation de l'espèce et répartition en légère augmentation sur le site,
- Assez bonne coordination avec les exploitants pour atteindre les objectifs de pression de pâturage.

En vue de favoriser l'ache rampante, des expériences d'étrépage ont été également menées. Plusieurs tests ont débuté en 2003 sur des zones de prairie pour évaluer les potentialités d'apparition de l'espèce dans ce type de milieu. Pour l'instant, aucun pied d'ache rampante n'a été signalé.

• Gestion de la végétation ligneuse, création de gouilles et fauche mécanique

Face à la colonisation de tremblants à trèfle d'eau (*Menyanthes trifoliata*) par le saule, des opérations de débroussaillage ont été menées selon deux méthodes dans le Pas de Calais :

- méthode manuelle avec exportation,
- méthode chimique par dévitalisation des souches après débroussaillage.

Après cinq ans, la portance du sol s'améliore du fait du développement d'une végétation au sol (on peut marcher dans le secteur). La végétation s'apparente à une végétation mésotrophe relevant de l'Hydro-cotylo-Juncetum (bas-marais alcalin). La création de gouilles à la pelle-marais a permis la réapparition de milieux intéressants, avec l'apparition du Potamot coloré (*Potamogeton coloratus*) et d'une végétation annuelle à Souchet brun (*Cyperus fuscus*).
Enfin, les pratiques habituelles de création des layons et platières ont été adaptées : la société de chasse fauche ou gyrobroye et le Conservatoire finance l'exportation. Le gyrobroyage n'est pas une alternative satisfaisante pour l'exportation, les produits trop fins s'envolent lors du passage de l'engin et le ramassage ne permet d'exporter qu'une petite part de la matière.

Dans le Marais du Pendé (80), propriété du Conservatoire des Sites Naturels de Picardie :

- Les coupes de saulaies denses ont été suivies d'essouchages au tire-fort, à partir de tire-sèves. Les gouilles issues de cet essouchage ont permis l'apparition/réapparition et le développement de nombreuses espèces menacées de la flore et de la faune. Ces milieux « post-saulaies » sont fauchés jusqu'au retour en 2006 d'un pâturage extensif ;



Rejets de saules coupés lors d'un chantier ONF, marais de Roussent



Travaux de débroussaillage par l'ONF

➲ Une mare a été créée et une autre restaurée en 2006 pour diversifier les milieux en eau ;

➲ En milieu portant et notamment au sein des roselières sur sol minéral peu à peu envahies de saules, plusieurs opérations ont permis de réduire la densité de saules. Réalisées à la pelle mécanique, elles ont aussi permis la création de gouilles ;

➲ La fauche avec exportation de roselières atterries a permis d'augmenter nettement les populations de Samole de Valerandus, d'Epilobe palustre, de Calamagrostis blanchâtre…

➲ La fauche de layons a généré le développement des stations de Samole de Valerandus, de Laîche à fruits écailleux, d'Hottonie et de Baldellie fausse-renoncule…

➲ Après une coupe de peupleraie, la restauration de roselières humides et de gouilles a permis le retour d'espèces menacées comme l'Hottonie, le Potamot coloré, de Tritons et de la Gorgebleue.

Dans la Somme et le Pas-de-Calais, les actions de restauration et de gestion des tourbières sont permises grâce au soutien financier régulier de l'Union européenne (Feder), de l'Etat, de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie, des Conseils Régionaux de Picardie et du Nord-Pas-de-Calais et du Conseil Général de la Somme. Elles s'appuient également sur la qualité des partenariats locaux avec les communes et les usagers des sites.

NOUS AVONS NOTÉ

• La gestion des zones les plus tourbeuses techniquement complexe et parfois impossible du fait des coûts et des contraintes liées aux usages

• Une restauration coûteuse mais des résultats spectaculaires dans les parcelles déboisées

• La période d'intervention sur les sites, qui doit se situer avant la pleine saison de chasse et après la période sensible pour la nidification et le développement complet de certaines plantes patrimoniales et l'accomplissement des cycles de certains invertébrés

• La nécessité d'une gestion de l'eau à l'échelle du bassin versant ou de la basse-vallée au minimum, indispensable pour une protection à long terme de ces milieux

CONTACT

Conservatoire des Sites Naturels
du Nord et du Pas-de-Calais
152 boulevard de Paris
62190 LILLERS
www.conservatoiresitesnpc.org

Conservatoire des Sites Naturels
de Picardie
Village oasis
Place Ginkgo
80000 AMIENS
www.conservatoirepicardie.org

BIBLIOGRAPHIE

BACQUET G., 1975 – Val d'Authie. Ed. Gérard Bacquet, 161 p.

BREDECHE M., 2003 – Fonctions et valeurs des zones humides de la Basse Vallée de l'Authie. DIREN Nord-Pas-de-Calais, Conservatoire des Sites Naturels du Nord et du Pas-de-Calais, 92 p + annexes.

BRIMONT F., 2004 (sous presse) – Suivi et évaluation de la qualité des zones humides : mise en œuvre d'une méthode expérimentale de bioindication à partir de l'avifaune nicheuse en région Nord – Pas-de-Calais, Falco, Besançon, 10 p.

CIVETTE I., DEHONDT F., 2000 – Marais du Pendé à Villers-sur-Authie et Nampont Saint-Martin (Somme). Plan de gestion 2001-2005. Conservatoire des Sites Naturels de Picardie. Rapport. 102 p. + annexes.

Conservatoire des Sites Naturels du Nord et du Pas-de-Calais, 2003 – Marais de Tigny. Renouvellement du plan de gestion 2004-2008. DIREN Nord-Pas-de-Calais, Conseil Régional Nord-Pas de Calais, Union Européenne, Conservatoire des Sites Naturels du Nord et du Pas-de-Calais, 69 p + annexes.

Conservatoire des Sites Naturels du Nord et du Pas-de-Calais, 1998 – Marais de Tigny. Plan de gestion 1999-2003. DIREN Nord-Pas-de-Calais, Conseil Régional Nord-Pas de Calais, Conservatoire des Sites Naturels du Nord et du Pas-de-Calais, 207 p + annexes.

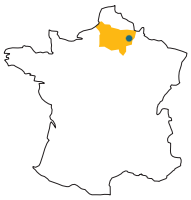
Conservatoire des Sites Naturels du Nord et du Pas-de-Calais, 2001 – Marais de Roussent (62). Plan de gestion 2002-2006. DIREN Nord-Pas-de-Calais, Conseil Régional Nord-Pas de Calais, Conservatoire des Sites Naturels du Nord et du Pas-de-Calais, 116 p + annexes.



Zone fauchée par les chasseurs, marais de Roussent



Dépression humide créée en 2004, marais de Roussent



Marais de Cessières-Montbavin

Gestion expérimentale et concertée
Recherche scientifique

Région : Picardie
Département : Aisne

Superficie de la zone humide : 180 ha
Superficie du site : 400 ha pour le périmètre du projet 12 et 700 ha pour Natura 2000
Statuts de protection ou liés à des inventaires : pas de statut actuel, ZNIEFF de type I, site classé au niveau européen (Natura 2000) et départemental (Projet 12).
Propriétaires : communes et propriétaires privés
Gestionnaires : communes, privés, associations de chasse, Association pour le Développement des Recherches et de l'Enseignement sur l'Environnement (ADREE), Conservatoire des Sites Naturels de Picardie, Fédération Départementale des Chasseurs de l'Aisne, Office National des Forêts (ONF).
Groupements végétaux tourbeux ou para-tourbeux :
Bois marécageux d'aulnes (*Alnion glutinosae*), bois de bouleaux à sphaignes (*Sphagno palustris-Betuletum pubescentis*), saussaies marécageuses (*Salicion cinerae*), bas-marais à *Schoenus nigricans* (*Schoenetum nigricantis*), végétation à *Cladium mariscus* (*Caricion davallianae*), tourbières hautes actives (*Scheuchzerietalia palustris p.*), communautés à *Rhynchospora alba* (*Rhynchosporion albae*).

PRÉSENTATION DU SITE

La tourbière de Cessières-Montbavin est une tourbière de fond de vallée inscrite dans la côte de l'Ile de France. Elle est en forme d'amande orientée NE-SW et boisée sur la plus grande partie de sa surface. La tourbière est en tête de bassin versant sur sa partie est, et en même temps en position encaissée par rapport aux buttes environnantes. L'exutoire est à 68 m d'altitude et les crêtes avoisinantes à 170-200 mètres. Le site se caractérise par une grande diversité d'habitats tourbeux encore fonctionnels (processus de turbification) pour une surface relativement limitée. Il constitue un très rare exemple de tourbière bombée dans le bassin parisien. Des tourbières acides et alcalines très caractérisées y sont représentées.





Prairie hygrophile à molinie

Formation de la tourbière et fonctionnement hydrologique

La turbification a commencé à la fin de la dernière période froide (il y a 10 000 ans environ).

La zone humide est homogène. La plus grande partie des eaux issues du bassin versant traverse la tourbière grâce à des rus, une moindre partie par la drainance des nappes thanétiennes locales. La partie acide de la tourbière est alimentée par un impluvium local. De manière générale, les eaux sont soit alcalines (pH 7 à 8), soit acides (pH 4 à 5).

Le fonctionnement hydrogéologique du site est complexe et est déterminé par une circulation de l'eau sectorisée extrêmement contrastée. Deux systèmes de nappe largement indépendants se rejoignent au niveau d'un talweg séparant la tourbière acide de la tourbière alcaline. L'épaisseur de la nappe à cet endroit est de l'ordre de 11 mètres. Le drainage spontané a disparu et est aujourd'hui supplanté par le drainage artificiel d'une rigole de dessèchement centrale et quelques drains latéraux creusés au XIX^{ème} siècle.

Usages anciens et actuels

Le site a été intensivement utilisé par les sociétés rurales (pastoralisme, chasse, rouissage, fauche, meunerie) jusqu'à la première guerre mondiale. Le pâturage en particulier a contribué au maintien de la diversité biologique du site. Ces activités ont ensuite peu à peu disparu à l'exception de la chasse.

Une partie du secteur acide est loué à des fins de recherche et d'expérimentations par l'ADREE. Une zone de lande sèche est gérée par le Conservatoire des Sites Naturels de Picardie par convention avec la mairie de Cessières. Des accords réglés avec la commune permettent également des interventions ponctuelles de gestion par l'ADREE sur les zones tourbeuses.

Valeurs écologique, scientifique et économique

Le marais de Cessières-Montbavin est décrit par M. Bournérias comme « un véritable musée écologique et phytogéographique, unique en France et probablement sans équivalent exact dans les plaines d'Europe occidentales » (BOURNERIAS, 1963). Le site est d'une très grande biodiversité, surtout pour la flore, où de nombreuses espèces se situent en limite



Pédiculaire des marais



Gentiane pneumonanthe

d'aire de répartition. Quatre espèces sont protégées au niveau national, et vingt-deux au niveau régional. D'un point de vue faunistique, plusieurs insectes, oiseaux, reptiles, amphibiens ou mammifères ont une forte valeur patrimoniale.

La valeur scientifique du site est très importante : un effort intensif de recherche a été entrepris, dès les années 60, par l'ENS-LSH (École Normale Supérieure Lettres et Sciences Humaines) via la station de recherche de Cessières, sur l'ensemble des conditions du milieu (climatologie, pédologie, hydrogéologie, etc) et l'histoire de la mise en valeur du site depuis le mésolithique.

Le site de Cessières a été l'un des premiers à faire l'objet de prospections palynologiques : il constitue un site de référence pour la paléohistoire du bassin parisien.

Le marais est utilisé pour l'enseignement supérieur, la formation, la pédagogie et les activités de découverte depuis près de 40 ans (sorties nature, stages de formation, réunions scientifiques).

Actuellement, la valeur économique du site est faible (production de bois de valeur très faible). En revanche, il représente un enjeu pour l'activité de chasse et présente une valeur paysagère très forte.

Protection réglementaire

A l'heure actuelle, le marais de Cessières-Montbavin ne fait l'objet d'aucune mesure de préservation. Plusieurs tentatives de classement du site en réserve naturelle ont échoué pour de multiples raisons, au premier rang desquelles l'absence de réponses adaptées aux questions posées par les acteurs locaux sur l'avenir socio-économique du site.

Une procédure Natura 2000 est en cours (phase de concertation) et devrait permettre une gestion adéquate.

MENACES ET ENJEUX DE PRÉSERVATION

La gestion morcelée voire inadaptée du site constitue une menace majeure pour le site. Combinée à une dynamique naturelle de fermeture par les boisements, elle engendre une forte érosion de la biodiversité. Le boisement, particulièrement dynamique depuis la fin de la deuxième guerre mondiale, est le principal facteur d'évolution des groupements végétaux au détriment des groupements héliophiles. Par ailleurs, ces groupements ont une importance majeure puisqu'ils maintiennent une continuité écologique entre les différents milieux, ce qui est favorable notamment à l'entomofaune.

EXPÉRIENCES DE GESTION

Depuis plusieurs dizaines d'années, l'ADREE s'attache à gérer le site et maintenir sa diversité en dépit de l'absence de statut de protection. L'association a pu réaliser des opérations de gestion dans le cadre de la « Charte de l'Environnement et du Développement Durable du Département de l'Aisne » grâce à un projet intitulé « Gestion durable du marais de Cessières-Montbavin-Laniscourt », et qui est supportée par un comité technique restreint.

Les actions de l'ADREE pour la protection du site se traduisent par :

• Des expérimentations scientifiques, grâce à la réalisation d'opérations de gestion avec des suivis scientifiques réguliers (placettes permanentes d'1,5 m sur 1,5 m) ;

• Une aide technique aux usagers pour les opérations de gestion courante, dans le but de réaliser une gestion « écologiquement intéressante ». Cette aide concerne en particulier les forestiers,



Colonisation arbustive du bas-marais

les chasseurs (création et entretien des layons de chasse), mais également les propriétaires d'étangs ou de parcelles de grand intérêt écologique sur et aux abords de l'ensemble tourbeux.

A l'initiative de l'ADREE, des interventions ont pu être réalisées ponctuellement sur certaines parcelles par des chercheurs volontaires, étudiants, groupements sylvicoles…

Par ailleurs, le projet 12 a permis d'avoir une meilleure connaissance du patrimoine naturel du site et mieux comprendre son fonctionnement (inventaires faune-flore, étude hydrologique, etc.).

Hormis ces interventions, les opérations de gestion directes sur le marais sont très rares. C'est à la faveur d'une coupe de bois, de l'entretien d'un layon de chasse ou d'une intervention expérimentale, qu'une certaine diversité biologique a pu se maintenir.

Notons cependant que le Conservatoire des Sites Naturels de Picardie s'occupe de la gestion de 23 ha de lande sèche sur le site. Ainsi depuis 2006, il s'opère sur leur parcelle un déboisement massif en vue de réhabiliter les landes et bas-marais.

PERSPECTIVES POUR LE SITE

L'objectif prioritaire pour la conservation du site consiste à remédier à l'absence de statut de protection.

Cet objectif est en passe d'être atteint grâce à la procédure Natura 2000 « coteaux et tourbières de Cessières-Montbavin », qui est en phase de concertation. C'est la Fédération Départementale des Chasseurs de l'Aisne qui s'occupe de la rédaction du DOCOB. Ce nouveau statut se trouvera en complémentarité du projet 12 de la Charte sur l'Environnement et le Développement Durable du département de l'Aisne, d'ailleurs les deux démarches bien que quelque peu distinctes, ont été menées conjointement.

En effet, le Projet 12 traite de thématiques scientifiques et d'actions expérimentales visant à préserver les espèces et les milieux patrimoniaux picards. Il privilégie un niveau d'échange entre individus, sur la base de propositions concrètes et d'une unité spatiale plus restreinte (la parcelle) que le DOCOB. Natura 2000 met davantage l'accent sur la concertation et la préservation d'espèces et d'habitats menacés à l'échelle du territoire européen.

Les informations récoltées dans le cadre du projet 12 ont permis à la fois de comprendre les motivations des acteurs du site, de cerner leurs modes de gestion et également de faire une synthèse sur le fonctionnement écologique du milieu. Les données spatialisées seront valorisées conjointement au SIG élaboré dans le cadre du DOCOB. Le croisement de ces deux niveaux aboutira à la délimitation d'unités de gestion opérationnelles. Le futur plan de gestion permettra donc de planifier une gestion adaptée et efficace du site.

NOUS AVONS NOTÉ

• Un site d'un intérêt majeur d'un point de vue patrimonial et scientifique mais une absence de statut de protection incompréhensible

• Une gestion sous des formes expérimentales qui a permis de conserver les milieux les plus intéressants par la concertation avec les propriétaires des parcelles

• Pour des démarches conservatoires ponctuelles, une collaboration bien meilleure avec les usagers que ce qui apparaît lors des consultations publiques

• De grands espoirs sur la démarche Natura 2000 et surtout sur la concertation qui l'accompagne



Chantier de fauchage de la prairie à Molinie



Débroussaillage dans la cladiaie

CONTACT

Fabrice GREGOIRE et Jérôme CANIVÉ

Association pour le Développement des Recherches et de l'Enseignement sur l'Environnement (ADREE)

1 chemin du pont de la planche - BP 19
Barenton-Bugny – 02 930 LAON cedex 9

Tél. : 03 23 23 40 77
Fax : 03 23 23 40 30

Mail : adree@wanadoo.fr /
fabrice.gregoire@wanadoo.fr

BIBLIOGRAPHIE

BOURNÉRIAS M., SAJALOLI B., SIMON L., ARNOULD P., GREGOIRE F. & WICHEREK S., 1997 - Vingt-cinq ans d'études mésologiques dans une vallée tourbeuse : l'exemple des marais de Cessières-Montbavin (02 Aisne, France) de la connaissance à la gestion. Écologie, T.28, 1, 61-83.

BOURNÉRIAS M., 1963 – Le marais de Cessières-Montbavin (Aisne). Essai de détermination objective de groupements végétaux, Cahiers Naturalistes, Bull. des N.P., 19: 81-113.

A paraître :

ADREE – Projet 12 « Gestion durable du marais de Cessières-Montbavin-Laniscourt » : cahier d'objectifs

ADREE – Projet 12 « Gestion durable du marais de Cessières-Montbavin-Laniscourt » : cahier de gestion

ADREE – Cahier technique : hydrologie des tourbières

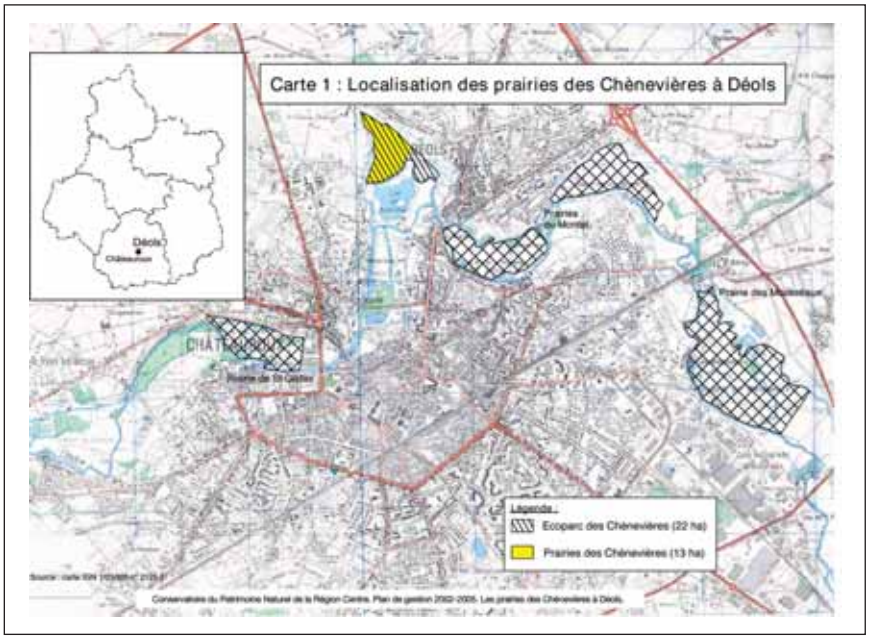


Prairies des Chènevières à Deols

Gestion des espèces invasives
Pâturage extensif

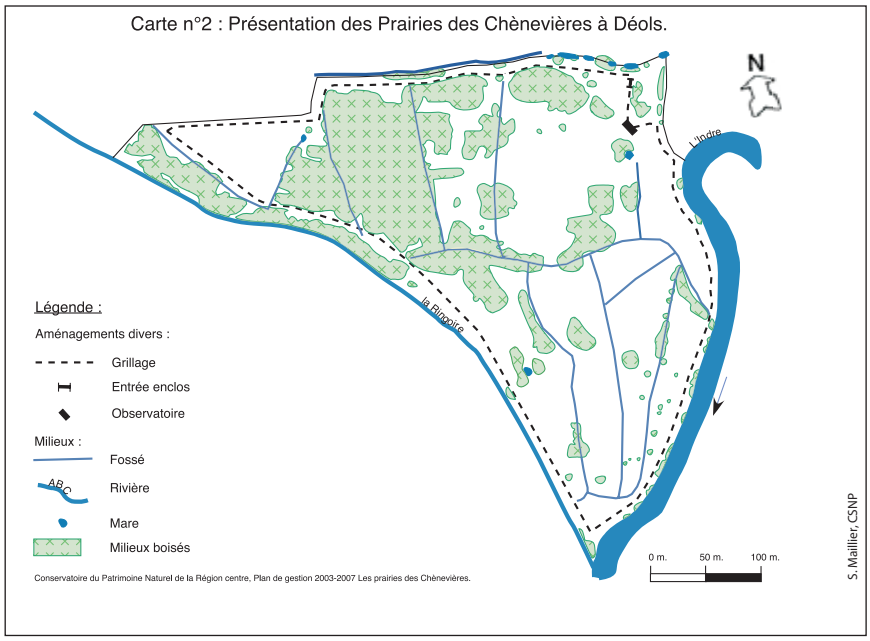
Région : Centre
Départements : Indre

Superficie de la zone humide : ~ 11ha
Superficie du site géré : 13 ha
Statuts de protection ou liés à des inventaires : Site Natura 2000 « Vallée de l'Indre »
Propriétaires : Commune de Déols et Conservatoire du Patrimoine Naturel de la Région Centre
Gestionnaires : Conservatoire du Patrimoine Naturel de la Région Centre
Groupements végétaux tourbeux ou para-tourbeux : prairies occupées autrefois par une cladiaie, aujourd'hui par un marais eutrophe ponctué, très localement, par des communautés très fragmentaires des tourbes nues à samole de Valerand (*Samolus valerandi*), jonc à tépales obtus (*Juncus subnodulosus*) et laîche écailleuse *(Carex viridula).*



PRÉSENTATION DU SITE

Localisées sur la commune de Déols, les prairies des Chènevières font partie du corridor vert de l'agglomération de Châteauroux (préfecture de l'Indre), formé par la vallée de l'Indre. Cet espace naturel fait partie du réseau de sites protégés constitué en amont par les prairies du Montet (50 ha), également gérées par le Conservatoire du Patrimoine Naturel de la Région Centre (CPNRC) et, en aval, par la prairie de St Gildas



• Maîtrise foncière et d'usage

➲ En 1989, acquisition par la commune de Déols de 22 ha de terrain constituant aujourd'hui « l'Ecoparc des Chènevières » ;

➲ Acquisition en complément, par le CPNRC, d'une parcelle de 6 ha située au cœur du marais. Après la signature d'une convention de gestion, la ville de Déols lui confie alors 7 autres hectares pour assurer une gestion écologique plus cohérente.

➲ Réalisation de nombreux travaux : nettoyage du site, plantation d'une haie côté jardins, mise en place d'un sentier pédestre, de clôtures et d'un observatoire.

• Description sommaire

Les prairies des Chènevières sont soumises à la double influence de l'Indre et de son affluent la Ringoire qui contribuent à son inondation. Les sols argileux et imperméables favorisent la rétention d'eau de surface pendant les périodes d'inondations hivernales et printanières.

➲ Site d'intérêt régional, les prairies des Chènevières sont divisées en deux secteurs (cf. carte 2) :

➲ un enclos (11,3 ha) qui fait l'objet d'un pâturage dit "naturaliste" depuis 1993 par des chevaux Camarguais. Cet espace est composé d'un marais eutrophe (mosaïque de mégaphorbiaies – 6,5 ha) ponctué de mares oligo-mésotrophes, d'une saulaie marécageuse (2,6 ha) et de friches calcaires (2,2 ha).



Cheval Camarguais



Solidageaie

ENSEIGNEMENT DE 13 ANNÉES DE PÂTURAGE NATURALISTE

Le troupeau de chevaux Camarguais pâturant sur le marais (7 ha) est constitué de trois à cinq chevaux. Ce pâturage a limité les espèces ligneuses (saules et frênes) qui tendaient à envahir le site. Paradoxalement, la saulaie marécageuse paraît même menacée à moyen terme. Ce mode de gestion a en outre modifié la physionomie végétale du site sans pour autant l'avoir dégradé : les baldingeraies ont disparu au profit d'une mégaphorbiaie à *Iris pseudacorus, Mentha aquatica et Althœa officinalis*, présentant une richesse floristique tout aussi importante. Le pâturage naturaliste par les chevaux Camarguais a ainsi atteint son objectif : entretenir le marais tout en conservant la biodiversité.

➲ une zone périphérique ouverte au public fait le tour de l'enclos grâce à un chemin piétonnier. Une série de panneaux évolutifs présente le marais et son patrimoine au fil des saisons. Enfin, un observatoire permet d'observer le paysage et la faune du site.

• Évolution historique du site

Avant les années 1950, le site faisait l'objet d'une exploitation traditionnelle : fauche à la fin du printemps suivie d'un pâturage bovin. Ces activités entretenaient une strate herbacée plus ou moins basse.
Depuis, ces activités ont été délaissées, laissant place à la dynamique naturelle de la végétation : le site a probablement évolué en une cladiaie. Vers la fin des années 1980, l'eutrophisation croissante de la Ringoire et de l'Indre a fait disparaître progressivement la cladiaie au profit d'un marais à phragmites (*Phragmites australis*) et baldingères (*Phalaris arundinacea*). Parallèlement, des saules ont commencé à s'installer. Les derniers marisques furent observés en 1996.
Au début des années 1990, le milieu était très dégradé : utilisation en tant que décharge sauvage et végétation arbustive de plus en plus développée. Enfin, les dépôts des jardins maraîchers voisins permirent l'installation du solidage du Canada (*Solidago canadensis*) qui s'est très vite développé pour occuper un total de 2 ha en 2000.

USAGES ET FONCTIONS

Valeur écologique fonctionnelle
Les prairies des Chènevières présentent un rôle majeur dans la régulation des nutriments (nitrates, notamment) et dans l'expansion des crues de l'Indre, fonction essentielle dans un contexte urbain.
En tant que zone humide alluviale, le site offre une richesse et une diversité importantes (260 espèces végétales, entre autres) en dépit de sa faible surface (13 ha). Cependant, des efforts d'inventaires sont encore à réaliser sur les coléoptères saproxyliques, les odonates et les mollusques.

Valeur patrimoniale
Site d'intérêt régional, les prairies des Chènevières à Déols constituent l'un des derniers marais de la vallée de l'Indre.

Valeur scientifique
Depuis 1993, les prairies des Chènevières font l'objet d'un pâturage dit "naturaliste" selon la méthode initiée par Thierry Lecomte.

Valeur paysagère, récréative et pédagogique
Par leur situation au cœur de l'agglomération de Châteauroux et par la qualité de leur paysage, les prairies des Chènevières ont une valeur sociale très forte puisqu'elles sont un espace privilégié de promenade, de détente ou de découverte des espaces naturels pour de nombreux habitants de l'agglomération.

MENACES ET ENJEUX DE PRÉSERVATION



Solidage du Canada

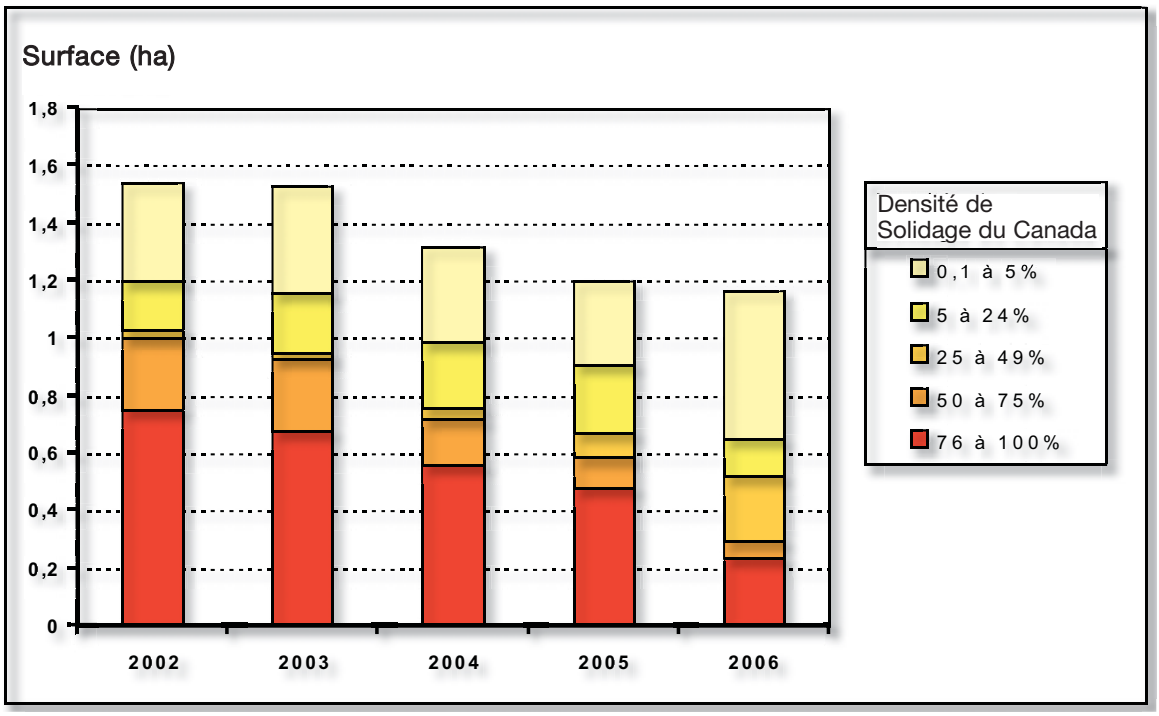
•Envahissement par le solidage du Canada

Le solidage du Canada est une astéracée américaine s'installant dans les dépressions humides, les prairies ou les cultures abandonnées. Leur mode de propagation efficace (rhizomes déposés lors de crues et 20 000 graines produites par plante) donne à ces plantes un pouvoir de colonisation rapide et massive pouvant ainsi remplacer des communautés végétales autochtones et monopoliser les espaces dégradés. Non consommé par les chevaux Camarguais, le solidage du Canada a colonisé 2 ha du marais. A noter que la plante possède un point faible : elle ne supporte pas plus de 21 jours d'inondation.

• Qualité des eaux

L'Indre et son affluent la Ringoire, qui contribuent à l'inondation des prairies des Chènevières, sont deux rivières très riches en nitrates (12-25 mg/l pour l'Indre et 50-65 mg/l pour la Ringoire). La pollution de ces cours d'eau contribue donc au déve-

Évolution du solidage du Canada de 2002 à 2006 : des premiers résultats encourageants

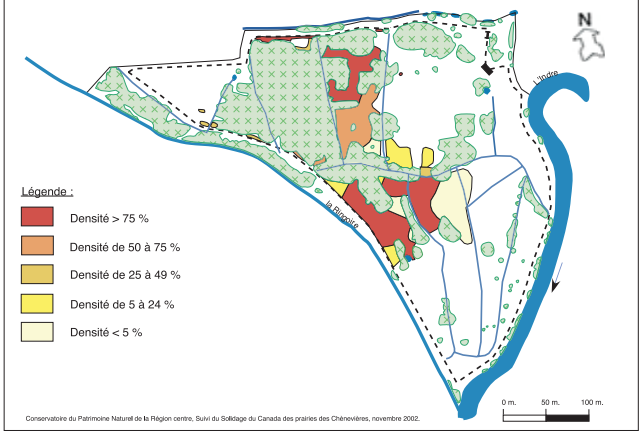


Évolution spatiale de 2002 à 2006 du solidage du Canada sur les prairies des Chènevières à Déols.
Entre 2002 et 2006, la physionomie des prairies des Chènevières change ; le paysage se modifie et les milieux se diversifient.

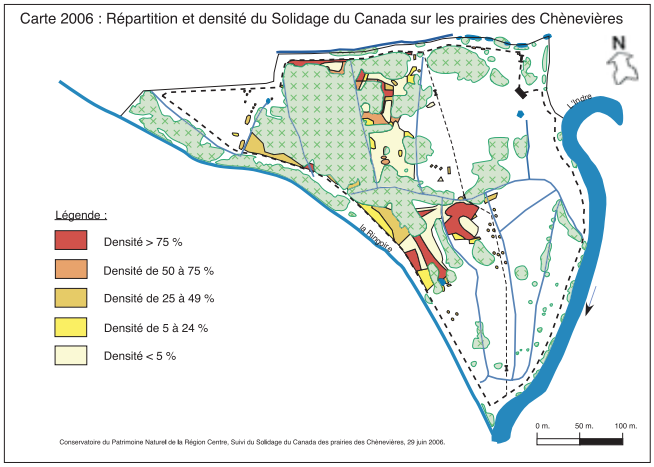
En effet, en 2002, les « roselières » à solidage (densité supérieure à 50 %) représentaient 1 ha sur 1,54 ha au total, soit 65 %. En 2006, ce type de formations ne couvre plus que 0,30 ha sur 1,17 ha au total soit 26 %.

Les effets conjugués de la gestion courante des prairies et d'inondations importantes entre 2003 et 2006 ont permis d'atteindre ce résultat.

Carte 2002 : Répartition et densité du Solidage du Canada sur les prairies des Chènevières



Carte 2006 : Répartition et densité du Solidage du Canada sur les prairies des Chènevières



Bilan des inondations de 2003 à 2006 des prairies des Chènevières.

De manière concomitante, cette régression marquée des « roselières » à solidage a permis l'apparition de nouvelles stations pour trois plantes protégées en région Centre (la samole de Valérand (*Samolus valerandi*), la germandrée des marais (*Teucrium scordium*) et le pigamon jaune (*Thalictrum flavum*)).

Année	Durée de submersion
2003	8 jours au total *(3 en janvier et 5 en février)*
2004	17 jours consécutifs
2005	5 jours consécutifs
2006	21 jours au total *(14 en mars et 7 en avril)*



Gestion du solidage par broyage

loppement des espèces nitrophiles et du solidage du Canada au détriment des plantes d'affinité tourbeuse, les plus rares.

EXPÉRIENCES DE GESTION

• Gestion expérimentale pour l'élimination du solidage du Canada

Afin de restaurer les milieux marécageux et tourbeux ainsi que la flore associée, l'élimination du solidage du Canada est l'action prioritaire du plan de gestion 2003-2007 des prairies des Chènevières. Dans le cadre du programme Loire Nature, un certain nombre d'opérations sont prévues jusqu'en 2007.

Opérations réalisées de 2003 à 2006

Fauche du solidage du Canada

Depuis 2003, un broyage du solidage est réalisé chaque année en juillet (avant sa floraison) par une entreprise privée. Cette opération, financée par la Communauté d'Agglomération Castelroussine, a été effectuée selon deux modes :

- un broyage mécanique avec un tracteur pourvu d'un broyeur à couteaux sur les zones accessibles,
- une fauche manuelle à l'aide de débroussailleuses à main sur les secteurs de lisières forestières et endroits inaccessibles.

L'ensemble des produits de broyage et de fauche n'est pas exporté hors du site. Les résidus se décomposent très rapidement en deux semaines.
Au total, 1,2 ha de formations à solidage est ainsi traité chaque année.

Suivi annuel des formations à solidage du Canada.

Chaque année, une cartographie des communautés à solidage (en fonction de la densité de cette plante exogène) est réalisée pour mesurer l'évolution de ces formations végétales. Parallèlement, à l'aide du réseau de mesure des débits de la DIREN, la submersion des prairies des Chènevières (en nombre de jours) est estimée chaque année. Enfin, un inventaire floristique permet de suivre l'apparition des plantes patrimoniales.



Inondation du marais en 2003

NOUS AVONS NOTÉ

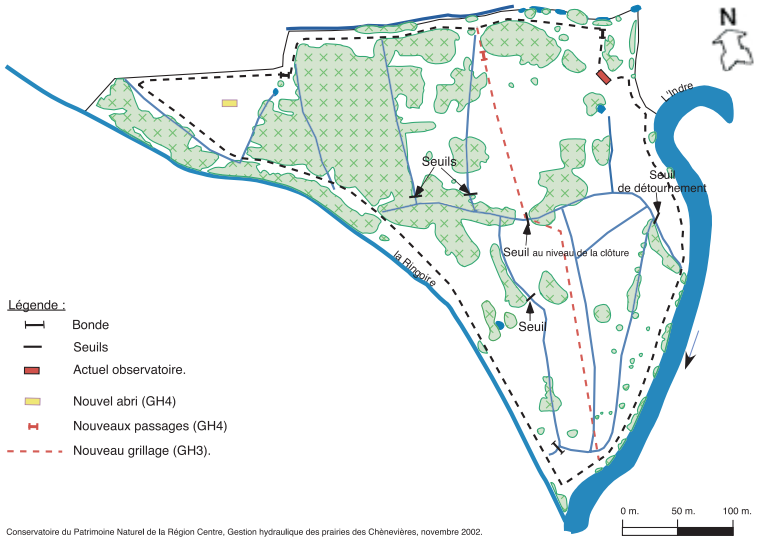
• Au cœur de l'agglomération de Châteauroux, un espace naturel d'intérêt régional entretenu par un pâturage équin (chevaux Camarguais).

• Son ancien passé de décharge qui a largement contribué à dégrader le marais et a notamment permis l'installation du solidage du Canada.

• Depuis, les inondations importantes de l'Indre et la gestion courante pratiquée depuis 2003 ont permis une régression des populations de solidage.

• Des efforts encore à accomplir avec notamment une meilleure gestion hydraulique de la prairie pour prolonger la période d'inondation, et la restauration des secteurs peu inondables afin d'éliminer cette plante exotique et de restaurer les milieux marécageux.

Carte 3 : Localisation de la gestion hydraulique des prairies des Chènevières



CONTACT

Serge GRESSETTE
Conservatoire du Patrimoine Naturel de la Région Centre
Espace Bas de Grange
16, rue du Bas de Grange
18 100 VIERZON
tél : 02 48 83 00 28
e-mail : serge.gressette@conservatoire-espacesnaturels-centre.org

BIBLIOGRAPHIE

BELLENFANT S., 1996 – Impact du pâturage par les chevaux camarguais au niveau des prairies des Chènevières - .Châteauroux : Indre Nature, Conservatoire du Patrimoine Naturel de la Région Centre, 33p. + annexes.

GRESSETTE S., 2005. - Gestion expérimentale du Solidage glabre de la Prairie des Sables à Herry (18). Années 2001 à 2005. - Vierzon : Conservatoire du Patrimoine Naturel de la Région Centre, Réserve Naturelle Val de Loire, 35 p. + annexes.

GRESSETTE S., 2005. - Gestion expérimentale du Solidage du Canada des Prairies des Chènevières à Déols (36). Années 2001 à 2005. - Vierzon : Conservatoire du Patrimoine Naturel de la Région Centre, 35 p. + annexes.

GRESSETTE S. & GRIMAULT C., 2000. – Restauration de la prairie des Chenevières à Déols (Indre) : Expérimentation pour l'élimination du Solidage du Canada (Solidago canadensis). - Conservatoire du Patrimoine Naturel de la Région Centre.

MAUPOUX J., 2002. – Plan de gestion Les Prairies des Chènevières 2003-2007. - Conservatoire du Patrimoine Naturel de la Région Centre.



Marais d'Épisy

Réhabilitation de milieux dégradés
Gestion hydraulique

Région : Ile-de-France
Département : Seine-et-Marne

Superficie de la zone humide : 44 ha, dont 14 ha de milieux tourbeux
Superficie du site : 50 ha
Statuts de protection ou liés à des inventaires : : Espace Naturel Sensible de Seine-et-Marne, APPB, site Natura 2000 « Basse-Vallée du Loing »
Propriétaires : Commune d'Episy, Conseil Général de Seine-et-Marne
Gestionnaires : Conseil Général de Seine-et-Marne
Groupements végétaux tourbeux ou para-tourbeux : groupements pionniers des bas-marais alcalins, moliniaies turficoles alcalines, groupements à choin noirâtre (*Schoenus nigricans*), prairie maigre de fauche de basse altitude (*Sanguisorba officinalis*), prairie à Molinia sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-tourbeux (*Molinion caeruleae*).



Etang du marais d'Episy



Carte localisation du marais d'Episy

PRÉSENTATION DU SITE

Le Marais d'Episy se situe dans la vallée du Loing, au sud de la Seine-et-Marne. Il était encore considéré jusqu'aux années 50 comme l'un des sites français les plus remarquables, notamment au niveau floristique. Il est composé d'une mosaïque de milieux humides : marais, bas marais, tourbières (35%), prairies semi naturelles humides, prairies mésophiles améliorées (35%), eaux douces intérieures (eaux stagnantes, eaux courantes) (25%). Un étang de 17 ha résulte d'une ancienne activité d'extraction de granulats. En raison de nombreuses perturbations, le marais s'est asséché et a perdu depuis de nombreuses espèces remarquables, et sa flore s'est banalisée et rudéralisée. Le site a fait l'objet d'un important projet de réhabilitation écologique.

Fonctionnement hydrologique

Le marais repose sur des alluvions, baignées par une nappe perchée et séparées de la craie par une couche argileuse relativement imperméable. Le Lunain, affluent du Loing, passe à l'Ouest du marais, l'étang se situant entre le Lunain et le marais.

Étang :
Issu de l'exploitation de graviers, il est majoritairement alimenté par des apports directs de la nappe de la craie, mise à jour lors du creusement de certaines zones de la carrière. Les niveaux d'eau de l'étang sont contrôlés par un ouvrage de vidange busé (avec possibilité de régulation avec des batardeaux amovibles).

Partie amont du marais :
Elle est déconnectée de sa zone d'alimentation potentielle par ruissellement du fait de la présence de zones d'infiltration importantes en amont et d'un réseau de fossés « protecteurs ».
Les dépressions creusées dans cette partie amont sont alimentées en eau par les précipitations et les affleurements de la nappe qui se produisent en hiver et au printemps.
Ces aménagements ne sont actuellement pas reliés « physiquement » en surface à ceux de la partie aval.

Partie aval du marais :
Le marais est « cloisonné » dans sa partie aval par une digue (ancien chemin de gestion de la carrière) qui contourne également le marais sur son flanc ouest et qui le sépare de l'étang. Sur les 2/3 de cette partie aval, les eaux superficielles sont contenues par la digue et ne peuvent rejoindre l'étang par ruissellement direct. Les dépressions creusées dans cette partie sont alimentées par pompage dans l'étang voisin.
L'exutoire des eaux superficielles est un ouvrage busé fonctionnant par surverse. Les eaux rejoignent ensuite un fossé qui se jette après dans le Lunain.



Orthetrum cancellatum

Historique

➲ Jusqu'au XIX^{ème} siècle, le marais était occupé par des groupements typiques de tourbière active.



Gallinago gallinago

➲ Dans les années 50, drainage, cultures et populiculture ont accéléré l'assèchement naturel de la tourbière. La surface de la tourbière régressa fortement en raison du remblaiement de sa partie Nord et de l'ouverture d'une exploitation de granulats en 1969, qui devient alors une source de dégradation majeure. L'extraction s'est opérée pendant une dizaine d'années, et a mis à nu la nappe phréatique, créant ainsi un étang.

➲ Un projet de restauration voit le jour, à la demande du maire de la commune d'Episy suite à la mise en place d'une mesure de protection du site par un arrêté préfectoral de protection biotope en 1982.

➲ Un bilan écologique est réalisé en 1988. Il aboutit à la définition d'une politique de réhabilitation du marais. Les aménagements préconisés sont ensuite testés en 1990 sur des parcelles expérimentales.

➲ La réhabilitation effective du marais se met en place en 1998 avec un programme de restauration écologique sur 5 ans. L'objectif de cette réhabilitation est la restauration de la fonctionnalité écologique du marais.

USAGES ET FONCTIONS

Intérêt écologique

En dépit des atteintes sévères portées au marais, le site présente encore aujourd'hui une richesse écologique remarquable, en particulier à l'échelle de la région (5 plantes protégées, 10 espèces rares ou très rares). On pourra citer à titre d'exemple la présence de *Polygala amarella* (PR), *Gentiana pneumonanthe*, *Ranunculus polyanthemoides* (PR), *Scirpus tabernaemontani*, *Carex distans*, *Anagallis tenella*, *Oenanthe lachenalii*, *Sanguisorba officinalis* (PR), *Cladium mariscus*…

L'intérêt écologique s'avère être fort en ce qui concerne les oiseaux, les reptiles, les

odonates et les lépidoptères. On observe également une richesse importante au niveau des orthoptères.

Intérêt pédagogique

Un sentier pédagogique de 1 200 m, accessible aux personnes à mobilité réduite, une aire de stationnement et des plateformes d'observation ont été créés.

MENACES ET ENJEUX DE PRÉSERVATION

La principale menace qui pèse actuellement sur le marais est l'assèchement, résultat d'opérations brutales de drainage, de boisement en peuplier, de mise en culture (partiellement) et d'exploitation de granulats.

Cette dernière a induit des perturbations majeures : suppression de la couche argileuse et disparition du marais sur une partie, embroussaillement et assèchement du sol tourbeux ailleurs, mise à nu de la nappe d'eau profonde et abaissement de son niveau. Ces modifications ont entraîné une banalisation de la flore avec une régression ou une disparition des espèces remarquables et des formations végétales typiques des tourbières.

Schémas simplifiés de l'hydrologie de l'étang et du marais : avant extraction, après extraction et avec la présence de l'éolienne
(Conseil général de Seine et Marne, 2006)

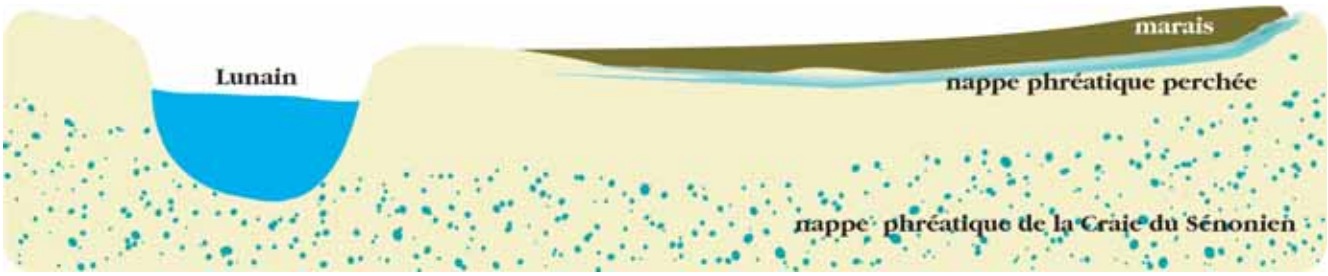


Schéma 1 Marais originel

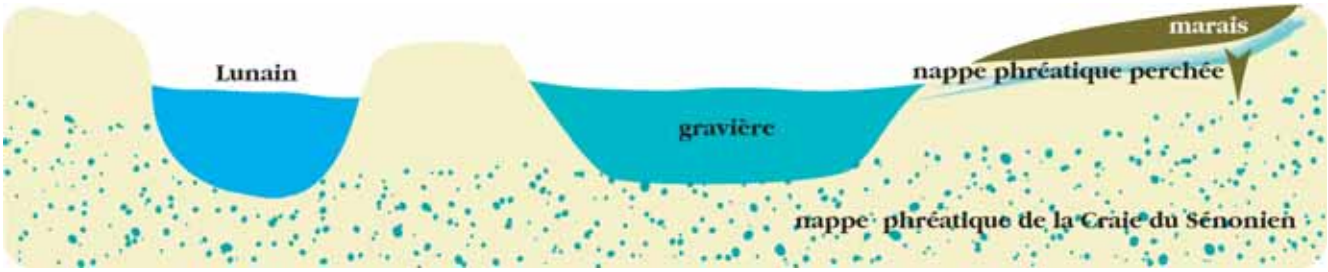


Schéma 2 Exploitation de granulat : création de l'étang de carrière alimenté par la nappe phréatique

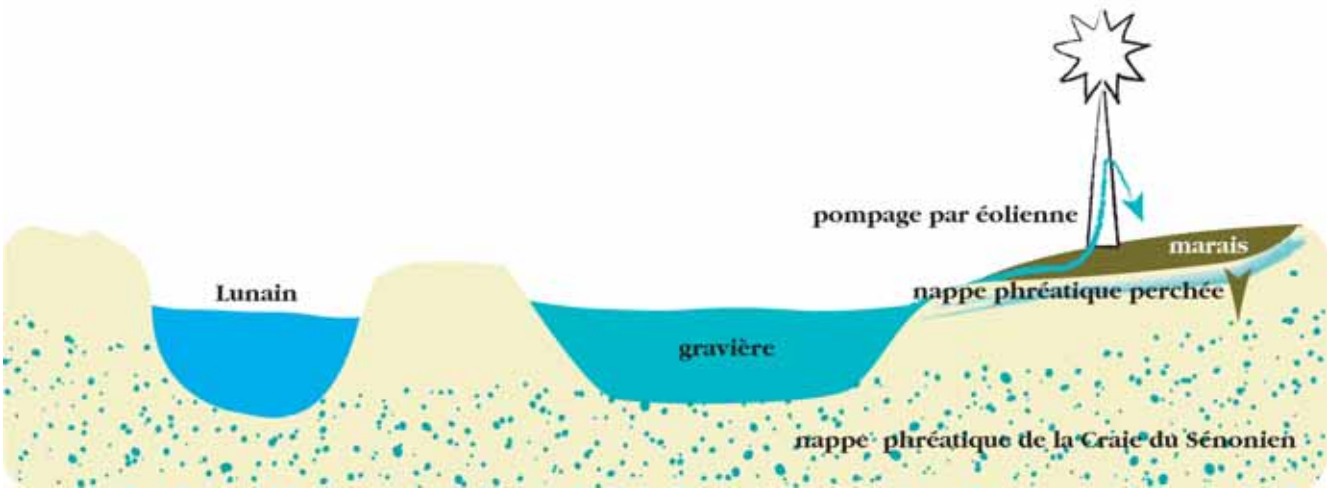


Schéma 3 Alimentation du marais à partir du pompage de l'eau de l'étang



Envahissement du marais par les massettes et le roseau commun

EXPÉRIENCES DE GESTION

D'importantes opérations de réhabilitation ont été menées à partir de 1998 :

• Restauration du site

➲ Débroussaillage pour la réouverture du marais (coupe des saules et bourdaines essentiellement) ;

➲ Étrépage localisé ;

➲ Améliorations écologiques et paysagères sur les berges du plan d'eau ;

➲ Opération de réhumidification du marais pour rétablir de bonnes conditions hydriques. Une éolienne a été installée pour la partie médiane et aval du marais, et pompe l'eau de l'étang qui est restituée au marais via un chenal. Le débit moyen de la pompe est de 0,1 l/s. Celle-ci est sensée alimenter un réseau de chenaux et mares de plusieurs centaines de mètres de longueur.

• Suivi des niveaux d'eau, de la flore, de la faune et des aménagements (suivi biennal depuis 1998).

BILAN DE 7 ANNÉES DE RÉHABILITATION

• Évolution de la faune et de la flore

Les différents points suivants ont été observés :

➲ Maintien, sur une surface toujours importante, des groupements du bas-marais alcalin, des stades pionniers aux formations plus denses ;

➲ Valeur floristique toujours élevée avec 60 espèces peu communes dans la région dont 5 protégées et 2 très rares ;

➲ Valeur floristique globalement maintenue ou légèrement augmentée entre 2002 et 2005 ;

➲ Valeur faunistique élevée, surtout liée à l'entomofaune.

Néanmoins, plusieurs éléments plus négatifs sont à relever :

➲ Envahissement du roseau commun au détriment d'espèces de bas marais alcalin : celui-ci est expliqué par des manœuvres intempestives du vannage de vidange du marais ou une trop forte minéralisation de la tourbe ;

➲ Disparition d'espèces végétales d'intérêt patrimonial (notamment la linaigrette à feuilles étroites (*Eriophorum angustifolium*), qui était réapparue après les premières expérimentations de gestion) ;

➲ Eutrophisation croissante dans la partie sud du marais, favorisant le cortège floristique des mégaphorbiaies (d'où la nécessité de poursuivre l'exportation de la biomasse) ;

➲ Tendance à la fermeture des chenaux par la roselière au détriment des espèces du bas marais. Le phénomène est accéléré par le manque d'eau depuis 2003 en raison des conditions climatiques plus sèches et du dysfonctionnement de l'éolienne (restaurée en 2005).

Nouveaux éléments de réflexion pour la gestion future :

➲ Fauche tardive annuelle avec exportation ;

➲ Entretien identique mais beaucoup moins fréquent (tous les 4 ans) des cladiaies ;

➲ Brûlage expérimental, pâturage extensif avec fauche des refus ;

➲ Extension des chenaux par faucardage des roselières ou étrépage localisé pour le maintien des stades pionniers du bas marais ;

➲ Gestion du niveau d'eau pour une inondation optimale du marais. En effet, le manque chronique d'eau favorise la mégaphorbiaie. Un niveau d'eau trop élevé va favoriser la végétation aquatique à herbiers, également les cladiaies et formations mono-spécifiques à Schoenus nigricans. Une lame d'eau présente de façon plus ou moins continue, peu importante en hiver et ne s'abaissant que temporairement en été offrirait des conditions optimales pour les espèces de bas marais.

• Bilan de la réhabilitation hydraulique par l'éolienne

Une importante étude hydrologique et hydrogéologique du marais a permis de mieux comprendre les écoulements d'eau :

➲ Hormis pendant l'hiver, les niveaux d'eau baissent de façon systématique entre chaque pluie.

➲ La partie amont du marais, plus haute topographiquement, n'est alimentée que par l'eau de pluie et les remontées de nappe qui se produisent sur une courte période. Le déficit hydrique est important.

Les actions mises en œuvre au départ pour retrouver les conditions hydrologiques favorable du marais, lesquelles représentent une dépense totale de l'ordre de 460 000 €, se heurtent aux limites de la réhabilitation d'un site particulièrement dégradé : le fonctionnement hydraulique et hydrogéologique du marais a été modifié de manière irréversible par l'homme, et les travaux de réhabilitation sont insuffisants pour annuler les phénomènes d'assèchement.



Éolienne

NOUS AVONS NOTÉ

• Face à un site très dégradé, des investissements financiers importants ont été engagés pour une réhabilitation à grande échelle.

• Les actions engagées ne permettent cependant pas d'atteindre les objectifs fixés au départ, en raison de perturbations hydrologiques sévères et irréversibles.

• La gestion du site (fauche avec exportation des produits sur le marais aval, pâturage sur le marais amont) et des objectifs moins ambitieux mais réalistes ont été définis (réhabilitation des ouvrages de gestion des niveaux d'eau de l'étang et du marais)

• Aujourd'hui, la priorité consiste en la mise en place d'un plan de gestion en relation avec les moyens existants plutôt que des opérations énormes de pompage, de dérivation ou encore d'étanchéification du marais.



Eolienne

➲ La partie aval du marais, plus basse, est en eau sur une plus longue période et bénéficie des apports limités du pompage dans l'étang et des hauts niveaux de l'étang.

La compréhension des flux d'eau au sein du marais apporte les constats suivants :

➲ Les pertes par infiltration dans le sol ou par évapotranspiration des plantes sont largement supérieures aux apports par pompage.

➲ Les sols ne présentant pas une étanchéité naturelle suffisante, l'eau s'écoule gravitairement vers l'étang et le Lunain de façon latérale et vers la nappe et le Loing de façon verticale.

Les débits fournis par l'éolienne sont donc aujourd'hui très insuffisants pour alimenter le chenal : l'eau s'infiltre trop rapidement, sans même atteindre la buse située à 10 m.
De ce fait, les niveaux d'eau actuels dans le marais ne sont pas suffisants pour le maintien de sa végétation spécifique.

Des solutions proposées pour remédier à l'insuffisance des résultats

Face à ce constat, de nombreuses solutions ont été étudiées : alimentation gravitaire du marais par des eaux de surface (dérivation du débit de rus existants, mobilisation d'une source, …), alimentation par pompage des eaux de l'étang (avec étude de l'alimentation énergétique), des eaux du canal, des eaux de la nappe de la craie, arrosage du marais… En conclusion, toutes les solutions proposées posent d'importants problèmes techniques, financiers, juridiques, écologiques et/ou humains. Les moyens techniques et coûts nécessaires proposés sont disproportionnés par rapport aux enjeux écologiques, avec une garantie de résultat non assurée.

Aménagements possibles dans le cadre d'un futur plan de gestion :

➲ Limiter les pertes par fuites et infiltrations depuis le marais vers les autres compartiments : reprise de l'étanchéité de l'ouvrage de vidange du marais (restaurer le système actuel ou le remplacer par un système de doubles vannes manuelles ou modifier la hauteur de l'ouvrage) ;

➲ Conserver un niveau haut de l'étang pour assurer une pression hydraulique sur le marais (restaurer le système actuel).

CONTACT

Marylène VERGNOL,
Conseil Général Seine-et-Marne
Direction Eau et Environnement
145, quai Voltaire
77190 Dammarie les Lys
01 64 14 76 64

BIBLIOGRAPHIE

BOBE-LELOUP V., PAJARD M., 1997 - Le marais d'Episy (77) : projet de réhabilitation écologique. Ecosphère - 38 p.

Conseil Général de Seine-et-Marne, 2005 - Espace naturel sensible du marais d'Episy (77) : Bilan floristique et faunistique de 2005 (Ecosphère).

ECOSPHERE, 1994 - Le marais d'Episy (77) : synthèse des premiers résultats des expérimentations et perspectives d'avenir - 55 p.

Société d'Etudes Générales d'Infrastructures (Segi), 2006 - Espace naturel sensible du marais d'Episy : Etude hydrologique et hydrogéologique de l'espace naturel sensible du marais d'Episy et de ses abords. Rapport de synthèse, 134 p.

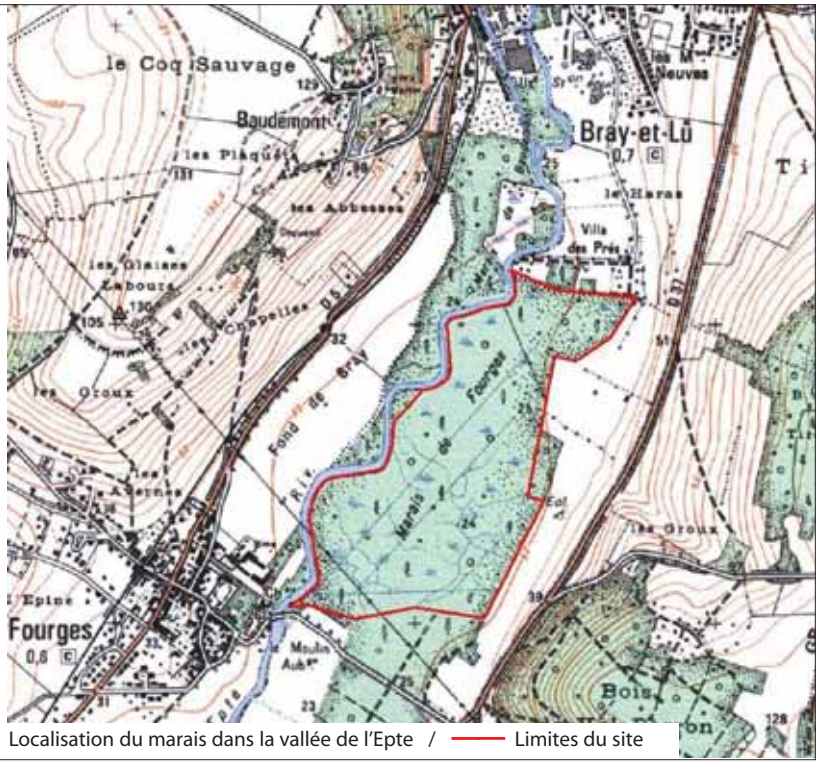


Marais de Frocourt

Réhabilitation de milieux dégradés
Pâturage extensif

Région : Ile-de-France
Département : Val-d'Oise

Superficie de la zone humide : 58 ha
Superficie du site : 20 ha
Statuts de protection ou liés à des inventaires :
Espace Naturel Sensible du Val-d'Oise.
Propriétaires : Commune d'Amenucourt
Gestionnaires : Conseil Général du Val d'Oise (gros travaux de restauration), Parc Naturel Régional du Vexin Français (suivi technique et scientifique, gestion et entretien courant). Convention tripartite Conseil Général, PNR et Syndicat intercommunal de gestion du marais.
Groupements végétaux tourbeux ou para-tourbeux : Prairies humides à cirse maraîcher (*Cirsium oleraceum*), communautés à reine des prés (*Filipendula ulmaria*) et communautés associées, et saussaies marécageuses à saule cendré (*Salix cinerea*). Plus sporadiquement : cariçaies à laîche des marais (*Carex acutiformis*), bas-marais alcalins, bois de frênes et d'aulnes des rivières à eaux lentes et forêt de frênes et d'aulnes à cirse maraîcher. Reste de la zone humide occupé par des plantations de peupliers.



Localisation du marais dans la vallée de l'Epte / Limites du site

DESCRIPTION GÉNÉRALE ET PAYSAGÈRE

Situé au cœur de la vallée de l'Epte, le marais de Frocourt s'étend sur 58 ha sur la commune d'Amenucourt dans le département du Val-d'Oise. La rivière qui passe sur la limite ouest du site est l'Epte ; elle fait la limite entre le Val d'Oise à l'ouest (Ile-de-France) et l'Eure à l'est (Haute Normandie). Le marais est composé d'une mosaïque de milieux issus de ses différentes utilisations au fil de l'histoire et des variations de la nature du sol :
- groupements d'hydrophytes et des milieux inondés temporairement ;
- formations de prairies humides qui associent graminées, joncs et carex ;
- peuplements de hautes herbes et roselières ;
- boisements du type aulnaie alluviale.

Historique

➲ Du XVI[ème] siècle jusqu'aux années 1950, le marais correspondait à une vaste prairie humide pâturée par des bovins venant des communes de Bray, Fourges et Amenucourt.

➲ Avec la création du Syndicat intercommunal du marais, les pâturages sont boisés et gérés par l'Office National des Forêts.

➲ En 1996, après les coupes d'exploitation des peupliers sur certaines parcelles, le PNR du Vexin français réalise une expérience pilote de restauration écologique du milieu consistant à favoriser à nouveau les prairies humides.

➲ En 1999, suite aux résultats positifs de cette expérience, la gestion de l'ensemble du marais est orientée vers la restauration d'une zone humide (20 ha d'espaces ouverts en prairie et reconstitution d'une forêt alluviale sur 38 ha).

➲ En 2004, le marais est intégré dans le cadre des Espaces Naturels Sensibles du Département du Val-d'Oise avec une convention déléguant la gestion du site au Parc. Le CG 95 finance les travaux et l'achat du matériel nécessaire.

Fonctionnement hydraulique général

Le marais est alimenté par la nappe de la craie, la nappe de l'Epte et les écoulements de versant liés à la pluviométrie.

Il est encore quadrillé par l'ancien système de drainage (fossés) issu de la populiculture. Ce système est progressivement abandonné (les fossés se comblent naturellement) pour une meilleure répartition de l'eau sur le site.


C. Balleux, PNRVF, 20

Vue générale d'une zone réouverte du marais de Frocourt



L'agrion de mercure est une espèce protégée au niveau national et figure dans l'annexe II de la directive habitats

USAGES ET FONCTIONS

Valeur écologique fonctionnelle

➲ Richesse écologique importante ;

➲ Plus de 200 espèces végétales. La reine des-prés (*Filipendula ulmaria*), le pigamon jaune (*Thalictrum flavum*) et l'iris jaune (*Iris pseudacorus*) occupent les grands espaces ouverts. Les joncs et les laîches s'étendent sur les zones fréquemment inondées. Trois espèces protégées en Ile-de-France sont présentes : la cardamine impatiente (*Cardamine impatiens*) la zannichellie des marais (*Zannichellia palustris*) et le flûteau fausse renoncule (*Baldellia ranunculoides*).

➲ Nombreux oiseaux nicheurs ou de passage fréquentent le site comme le tarier pâtre (*Saxicola torquatus*) ou le loriot d'Europe (*Oriolus oriolus*) ou, plus rarement, le tarier des prés (*Saxicola rubetra*), l'épervier d'Europe (*Accipiter nisus*), le bruant des roseaux (*Emberiza schoeniclus*) et la bécassine des marais (*Gallinago gallinago*).

➲ Mares et fossés permanents ou temporaires accueillant de nombreuses libellules comme le cordulégastre annelé (*Cordulegaster boltonii*), espèce protégée en Ile-de-France, ou *Coenagrion mercuriale*.

➲ Présence abondante de la vipère péliade (*Vipera berus*), qui profite des grands espaces herbacés ouverts.

Autres usages

➲ Lié auparavant directement à l'économie locale par l'utilisation agro-pastotale puis par la populiculture ;

➲ Utilisation aujourd'hui moins lisible mais tout aussi importante de par son rôle de zone tampon en période de crue ;

➲ Contexte économique actuel du peuplier moins intéressant. De plus, il y a eu beaucoup de pertes dans les peuplements qui restent encore à exploiter sur le site en raison des conditions climatiques difficiles de ces dernières années (tempêtes, maladies…) ;

➲ Chasse et pêche pratiquées sur le site ;

➲ Fonction paysagère, récréative et pédagogique : le marais constitue un support pédagogique pour des sorties nature sur la thématique de l'eau et des milieux humides, dans le cadre des animations organisées pour les scolaires ou le grand public.

MENACES ET ENJEUX DE PRÉSERVATION

Dans le contexte actuel, l'intégrité du marais n'est plus menacée par la poursuite de la populiculture et le drainage, le document d'aménagement forestier établi sur le site ayant préconisé, à l'issue de l'exploitation des derniers peupliers, la reconstitution d'une forêt alluviale mixée avec le maintien d'espaces ouverts.
Les principaux enjeux portent davantage sur les points suivants :

➲ Nature et financement de la gestion à mettre en place pour restaurer et gérer les espaces ouverts (type de pâturage, le compléter ou non par des actions de fauche, éliminer ou non les souches de peupliers…) ;

➲ Techniques utilisées pour reconstituer la forêt alluviale et pour maintenir le site en eau suffisamment compte tenu du contexte climatique de plus en plus préoccupant (baisse du niveau des nappes, pluviométrie insuffisante).

EXPÉRIENCES DE GESTION

Réhabilitation après exploitation des peupliers

Les travaux de réhabilitation, qui se sont réalisés sur 20 ha environ au total, se sont déroulés de la manière suivante :

• Ouverture du milieu
Environ 16 ha, divisés en deux parcelles de friches arbustives, ont été débroussaillés à l'aide de tracteurs à pneus basse pression, de débroussailleuses à main et de tronçonneuses. L'essentiel a été fait manuellement.

• Mise en place d'un pâturage extensif
Dix bovins Salers et six chevaux Camarguais pâturent ensemble sur le site (16 ha) afin d'entretenir le milieu ouvert. Un système de pâturage tournant a été mis en place ; il a été adapté au cas par cas au fil des saisons en fonction de l'évolution du site, régulièrement surveillée. Le pâturage mixte (équin et bovin) s'avère indispensable car il permet un réel impact sur la végétation (différences au niveau du piétinement et de l'alimentation).

• Création d'une mare
Afin de favoriser la flore et la faune associées aux habitats de bas-marais alcalin, une mare aux berges en pente douce (zones d'atterrissement sur tout le pourtour) a été créée dans une zone favorable (proximité de la tourbe, liaison avec un fossé maintenu en fonctionnement et toujours en eau). A noter que la création de la mare a permis l'apparition du flûteau fausse renoncule, espèce végétale protégée dans la région.

• Abandon progressif du système de drainage (sauf sur les marges) et meilleure gestion de l'eau sur le site
Le site est encore quadrillé par l'ancien système de drainage issu de la populiculture. L'objectif est de favoriser une meilleure répartition de l'eau sur l'ensemble du site.
Les fossés se comblent aujourd'hui naturellement ; seuls sont maintenus ceux qui entourent le site et le séparent des habitations ou des cultures. Des sorties d'eau doivent être colmatées.

Problèmes rencontrés et résultats obtenus

Lune des deux parcelles est en phase de restauration depuis 8 ans, l'autre depuis 2 ans seulement. Sur la parcelle la plus ancienne, les problèmes rencontrés ont été les suivants :

➲ Les souches de peuplier n'ont pas été enlevées en raison du coût élevé de l'opération. Cela induit des problèmes pour la gestion mécanisée du site : irrégularité du terrain, rejets nombreux et expansion de l'ortie aux abords de l'ancienne souche.

➲ Une espèce a dominé dans les premières phases de restauration : la reine-des-prés, espèce de mégaphorbiaie qui n'est broutée par les chevaux que lorsqu'elle est au stade de jeune pousse. Des opérations de fauche complémentaires au pâturage ont dû être menées pour contrôler la dominance de cette espèce.



Opérations de débroussaillage

Une gestion permise par l'implication de multiples partenaires

De multiples partenaires pour une gestion efficace des milieux…

• Privés et associatifs

> L'Association des Camarguais du Vexin, qui est un réseau de propriétaires, met à pâturer ses chevaux de race Camargue depuis le début de l'expérience menée par le Parc.

> La ferme de la Bergerie, exploitation agricole biologique située dans le Parc, met à pâturer ses bovins Salers.

> L'Association Vie-vert et son équipe de techniciens pour l'entretien et la restauration des espaces naturels, réalise les opérations de fauche, débroussaillage, mise en place des clôtures.

• Institutionnels

> Le Syndicat intercommunal de gestion du marais coordonne les associations locales d'usagers (chasse, pêche).

> Le PNR Vexin français a initié les opérations de restauration écologique et gère aujourd'hui pour le compte du Conseil Général les espaces ouverts en prairie et le pâturage, le suivi scientifique et la valorisation pédagogique.

> Le Conseil général du Val-d'Oise met en œuvre depuis 2003 les financements et la gestion de l'ensemble du site.

NOUS AVONS NOTÉ

• Des opérations de restauration après les coupes de peupliers concluantes

• Une restauration du milieu toutefois très lente : il faut probablement compter une quinzaine d'années avant d'avoir un milieu véritablement satisfaisant après ce type d'exploitation

• Des interventions en terme de restauration et de gestion qui doivent être réajustées fréquemment selon les réactions du milieu, les conditions climatiques ou les aspects matériels

• Une gestion multi-partenariale efficace qui permet d'impliquer les acteurs locaux et qui facilite la gestion et la surveillance au quotidien



Gestion des rejets de souche par le pâturage bovin (Salers)



Les chevaux camarguais et les bovins salers pâturent sur le site d'avril à novembre

➲ Toutes les opérations de fauche et débroussaillage ont dû être suivies de l'exportation des rémanents afin d'éliminer progressivement toutes les espèces à caractère nitrophile et appauvrir le milieu.
Les résultats obtenus sont incontestablement positifs puisqu'on observe la reconstitution d'un tapis de graminées de plus en plus épais et une diversification des espèces.

Ils sont encore limités puisque l'abandon du système de drainage s'est fait progressivement et que le pâturage n'est mixte que depuis trois ans.

A long terme, la peupleraie, qui est encore présente sur une grande partie du site, devrait disparaître totalement. A l'heure actuelle, cela induit à la fois le maintien d'un certain niveau de drains et empêche l'expansion des zones gérées en espace naturel.

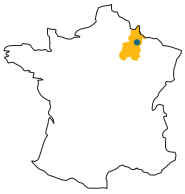
Le multi-partenariat constitue un point fort de la gestion du marais de Frocourt. De nombreuses structures, privées, associatives et institutionnelles, s'associent pour une gestion durable et efficace du marais. Ce système partenarial est le fruit d'un travail de longue haleine mené depuis la création du Parc.

BIBLIOGRAPHIE

BORGES A., MERIGUET B., 2005 - Espace Naturel Sensible : Marais de Frocourt. Inventaire entomologique. Office pour les Insectes et leur Environnement (OPIE), 31p. [document miméographié]
JOLIVET S., 2005 - Espace Naturel Sensible : Marais de Frocourt. Inventaire odonatologique. Office pour les Insectes et leur Environnement (OPIE), 21p. [document miméographié] - PNR Vexin français, 1995 - Bilan écologique sur le marais de Frocourt, 37p.



Mare créée en 1999 avec des berges en pente douce

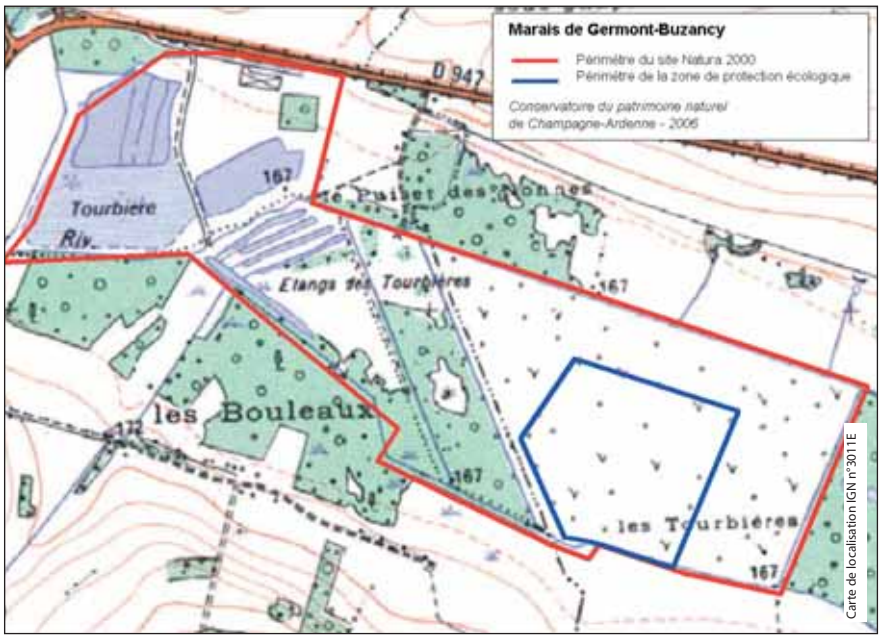


Marais de Germont-Busancy

Exploitation de tourbe
Réhabilitation de milieux dégradés
Pâturage extensif

Région : Champagne-Ardenne
Département : Ardennes

Superficie du site : 100 ha
Statuts de protection ou liés à des inventaires : Site Natura 2000 « des marais de Germont-Buzancy », englobé dans une ZNIEFF de type I « Marais de Buzancy »
Propriétaires : Commune d'Amenucourt
Gestionnaires : La plus grande partie du site appartient au Groupement Forestier des Tourbières de la Bar. Le reste des parcelles appartient à des propriétaires privés et à une société d'extraction de tourbe.
Groupements végétaux tourbeux ou para-tourbeux : Habitats typiques des ensembles de tourbières alcalines en voie de boisement ; milieux d'eaux courantes, d'eaux stagnantes plus ou moins eutrophes, milieux de marais alcalins et résultant d'activités anthropiques.



PRÉSENTATION DU SITE

Les marais de Germont-Buzancy constituent le plus vaste marais alcalin des Ardennes, et sont situés dans un ensemble de milieux plus vaste appelé « les tourbières de la Bar », qui s'étend sur environ 5 km le long de la vallée de la Bar. Le site Natura 2000 des marais de Germont-Buzancy couvre 1/3 de cette zone humide et se situe juste à la source de la Bar. La tourbière daterait de la période tardiglaciaire, et ne présente plus de phénomène de turbification actif à ce jour. La totalité du site présente un sol tourbeux d'une épaisseur de 2,70 m en moyenne. La tourbe y est exploitée de manière industrielle depuis les années 70. L'abandon des pratiques agropastorales traditionnelles combiné à l'exploitation de la tourbe ont eu de graves conséquences sur le fonctionnement du milieu, et sont à l'origine de la perte de biodiversité observée sur le marais.



La calamagrostaie traduit l'assèchement prolongé de la tourbière

Description générale et paysagère

Le marais se situe dans une zone où cohabitent élevage de bovins et cultures.

Le bas marais alcalin est dominé par la calamagrostaie (*Calamagrostis canescens*) parsemée de bouquets de saules cendrés (*Salix cinerea*), cette formation comportant plusieurs variantes, notamment des variantes à comaret (*Potentilla palustris*). En périphérie, la prairie tourbeuse a tendance à s'assécher et à s'eutrophiser, les peuplements sont alors dominés par la mégaphorbiaie.

Contexte et fonctionnement hydrologiques

La tourbière est alimentée par deux nappes :

- une nappe reposant sur des alluvions anciennes, affleurante et alimentée directement par les précipitations ;
- une nappe composée de résurgences karstiques situées en profondeur. Des résurgences donnent également naissance aux sources de la Bar, à environ un kilomètre en amont de la tourbière. La Bar traverse le site Natura 2000, et est connectée au « fossé de Germont », via deux drains transversaux. La Bar, qui a été

rectifiée sur une partie de sa longueur dans les années 70, joue le rôle de drain pour les eaux souterraines.

La nappe d'eau, qui réagit rapidement aux précipitations, présente un battement très important.

Historique

Jusqu'au milieu des années 70, les usages agricoles traditionnels (pâturage extensif puis fauche) ont permis de créer une mosaïque de milieux, de limiter la fermeture du site et de favoriser sa richesse écologique. En raison de l'intensification des pratiques agricoles, ces usages traditionnels ont été progressivement puis totalement abandonnés suite au rachat des parcelles dans les années 70 par un particulier.

L'exploitation industrielle de la tourbe débute en 1973 par la société « Les tourbières de la Bar ». Le drainage, nécessaire à l'exploitation, ainsi que la plantation de peupliers et le recalibrage de la Bar entraînent un assèchement de la tourbière, qui voit alors sa richesse écologique diminuer sévèrement.

Un réseau de drainage constitué dans les années 1980 accentue la perte de richesse. En 1992, la société d'extraction de la tourbe est autorisée à poursuivre ses interventions sur 74 ha et pour une durée de 28 ans (jusqu'en 2020), à condition que soit préservée une zone de 20 ha qui constitue la « Zone de Protection Écologique », gérée par le CPNCA (mesure compensatoire).

Maîtrise foncière ou d'usage et protection réglementaire

➲ La quasi-totalité du site appartient à une société forestière belge depuis 1973. Le reste appartient à la société d'extraction de tourbe et à des propriétaires privés. Le CPNCA loue les terrains situés sur la ZPE.

➲ La tourbe est exploitée par la société anonyme sur 80 % du site.

➲ La Bar est gérée depuis les années 70 par l'Association Syndicale Autorisée de la Bar Supérieure.

➲ La totalité du site Natura 2000 est concernée par un bail de chasse, y compris la ZPE (en réserve de chasse depuis 2001).

USAGES ET FONCTIONS

Valeur écologique et patrimoniale

De par sa position géographique et sa superficie, le site est d'importance majeure d'un point de vue écologique. Il héberge une riche diversité floristique et faunistique et peut servir de réservoir biologique en amont d'autres zones humides. De nombreuses espèces patrimoniales sont présentes sur le site, en particulier des espèces d'intérêt communautaire, des espèces protégées au niveau national, régional ou départemental (plantes, oiseaux, insectes…). A noter la présence du castor (Castor fiber), découvert en 2005.

Cependant, les atteintes portées au milieu pendant plusieurs dizaines d'années ont fortement diminué la richesse et l'originalité des milieux tourbeux.

Valeur économique

Depuis les années 70, les marais de Germont-Buzancy font l'objet d'une exploitation de tourbe. L'ensemble des parcelles incluses dans le périmètre Natura 2000 est soumis à autorisation d'extraction.



Indice de présence du Castor

Les volumes extraits sont de l'ordre de 10 000 m³/an, et la tourbe est utilisée à des fins horticoles. L'expiration de la période d'extraction est prévue en 2020. Vu le rythme d'exploitation actuel, il semble peu probable qu'au-delà de 2020 l'autorisation d'exploitation soit renouvelée. À cette date, le propriétaire des terrains exploités rétrocèdera au CPNCA la totalité des parcelles soumises à autorisation d'exploitation.

Valeur paysagère, récréative et pédagogique

Les intérêts pédagogiques du site sont multiples : historique, hydrogéologique, écologique, paysager et touristique. Plusieurs structures utilisent le site comme support d'étude ou de pédagogie : Centre d'Initiation à la Nature (CIN) de Boult-aux-Bois jusqu'en 2005, devenu Maison de la Nature ensuite ; Centre de Recherche et de Formation en Éco-éthologie (CERFE) de la Communauté de Communes de l'Argonne Ardennaise.

MENACES ET ENJEUX DE PRÉSERVATION

• Conséquences directes de l'extraction de tourbe

L'exploitation de la tourbe a très largement contribué à la dégradation des milieux, par destruction directe et modification du fonctionnement hydraulique.
Les formations typiques de la tourbière sont détruites de manière irréversible par l'extraction. Au terme de l'activité d'extraction, l'arrêté préfectoral laisse prévoir la destruction de 80 % de la surface du site par l'exploitation. Au vu du rythme d'exploitation, la surface détruite sera probablement moindre.

• Une remise en état du site après exploitation insatisfaisante

D'après l'arrêté préfectoral, l'exploitant se doit, après l'extraction, de reprofiler les berges des bassins, créer des îlots au centre des bassins, etc. Bien qu'elles soient très peu coûteuses par rapport au bénéfice de l'extraction, ces mesures n'ont pas été convenablement réalisées. Les berges raides et le tassement du sol dû au passage des engins ont interdit la réapparition des stades pionniers sur les plans d'eau issus de l'exploitation (*Caricion lasiocarpae*, *Rhynchosporion albae*…).

Des phénomènes d'eutrophisation des milieux sont visibles sur les berges des bassins d'extraction en raison des conditions d'exploitation : la tourbe est extraite et laissée sur les berges pendant plusieurs semaines ou mois, provocant une minéralisation et un enrichissement des eaux des bassins d'exploitation.



Vue générale du marais de Germont-Buzancy

La remise en état du site semble aujourd'hui en meilleure voie, avec notamment de nouvelles solutions pour pallier les problèmes de déstructuration des berges par le clapotis de l'eau (les bassins sont très grands) et du fait de la texture friable de la tourbe. La recolonisation végétale des berges après exploitation est actuellement suivie, en partenariat avec la Société d'Histoire Naturelle des Ardennes (SHNA).

• Des tendances naturelles défavorables à la dynamisation des milieux

Les fluctuations de nappe dans la ZPE induisent un assèchement prolongé de la tourbière, révélé par la dominance de *Calamagrostis canescens*, qui constitue un faciès dense et quasi monospécifique. Le *Caricion davallianae*, qui n'est plus présent sur le site Natura 2000, est remplacé par le *Magnocaricion elatae*, faciès dégradé du précédent.
La tourbe, qui n'est pas assez longtemps immergée, se minéralise irrémédiablement, et les formations évoluent vers le *Salicion cinerae* et le *Filipendulion*.
Les formations végétales caractéristiques des tourbières alcalines actives, qui se développent sur des substrats tourbeux exondés durant une longue période de l'année, n'existent donc plus sur le site, ou de manière très fragmentaire.
De manière générale, tous les habitats ont tendance à évoluer naturellement et à être colonisés par la saulaie dans un premier temps, puis par l'aulnaie, constituant le stade climacique de boisement tourbeux.

• Une gestion insatisfaisante de la Bar

Les curages de la Bar à outrance depuis les années 70 lui ont conféré un rôle de drain important pour la tourbière, assèchant le marais et permettant l'installation de plantes nitrophiles.
En 2001, l'Association Syndicale Autorisée (ASA) de la Bar a réalisé un bilan des actions réalisées sur le cours d'eau et a proposé, sur la base de ce diagnostic, un plan de gestion de la rivière.



Highland Cattle pâturant dans la Zone de Protection Ecologique

EXPÉRIENCES DE GESTION

L'ensemble des actions prévues dans le DOCOB avait pour objectif la restauration et le maintien de la qualité biologique du bas marais à *Cladium mariscus* et espèces du *Caricion davallianae*, très menacés par l'assèchement du marais et les activités humaines.

• Mise en place d'un pâturage extensif bovin

La ZPE fait l'objet d'un pâturage extensif par des Highlands Cattle depuis 2003. Quatre bovins pâturent sur 16 ha selon un système tournant. Les résultats sont pour l'instant mitigés, en raison du fort battement de la nappe qui conditionne grandement le retour de groupements végétaux plus typiques. L'année 2006 a permis des conditions hydriques favorables et des résultats intéressants (apparition du trèfle d'eau (*Menyanthes trifoliata*), saule rampant (*Salix repens*), linaigrette à feuilles étroites (*Eriophorum angustifolium*) et certaines orchidées).

Un suivi floristique des effets du pâturage a été engagé (placettes permanentes) et devrait permettre d'avoir un recul plus important d'ici quelques années.

Préconisations pour une exploitation « raisonnée » de la tourbe

> Bassins d'exploitation de petite taille pour éviter les clapotis qui déstructurent les berges

> Profilage des berges en pente douce pendant l'exploitation (30 % environ)

> Création de berges sinueuses en doigts de gant à faible profondeur (0,5 m)

> Obturation des drains traversant le marais et débouchant sur les bassins

> Dépôt de la tourbe extraite loin des bassins pour limiter l'eutrophisation

> Fauche des berges et voies d'accès au site pour limiter la recolonisation par les rudérales

• Une meilleure gestion de la Bar et un meilleur encadrement de la remise en état du milieu après exploitation

Afin de limiter les phénomènes de battement de nappe, les curages de la Bar on été stoppés. Depuis 2001, la Chambre d'Agriculture des Ardennes met à disposition de l'ASA un technicien pour mettre en œuvre une gestion plus raisonnée et écologiquement intéressante de la Bar. Un entretien plus léger ainsi qu'une coupe sélective des arbres et un élagage ont été réalisés. Pour une meilleure évacuation des sédiments, des fascines ont été créées pour favoriser la sinuosité du cours d'eau.



Remise en état des berges après exploitation : des pentes douces ont été créées

Les résultats sont satisfaisants (le lit s'est recreusé par endroits, reprise de la végétation, etc.).

Également, les conditions d'exploitation du site et sa remise en état ont été davantage encadrées. Hélas, cela ne suffit pas pour limiter le phénomène qui semble inexorable vu l'avancement de l'exploitation de tourbe. Sur la ZPE, le milieu risque d'évoluer à terme vers un stade plus adapté aux variations de la nappe (potentiellement intéressant mais non conforme à l'objectif du DOCOB).

• Un blocage administratif qui interdit la mise en place des mesures de gestion

Le DOCOB de 2003 prévoyait plusieurs mesures de gestion : pâturage extensif, étrépage, création de mares et débroussaillage. Mis à part le pâturage, la mise en place de ces opérations est suspendue à l'heure actuelle en raison de financements largement insuffisants (absence de devis pour certaines opérations, blocage des interventions par le CNASEA et absence de financements européens).



Fascines sur la rivière de la Bar

NOUS AVONS NOTÉ

• De par leurs objectifs très opposés, des relations entre exploitant et gestionnaire non évidentes mais constructives

• Une réhabilitation du site problématique en raison du fort battement de la nappe, non maîtrisable, et donc de l'assèchement de la tourbe et de l'eutrophisation inévitables

• Un blocage administratif, véritable frein à la gestion du site

CONTACT

Sophie PETIT
Conservatoire du Patrimoine Naturel de Champagne-Ardenne
Rue de l'Église
08 240 Boult-aux-Bois
Tél : 03 24 30 06 20
Mail : cpnca.08.51@wanadoo.fr

BIBLIOGRAPHIE

FROC S., 2005 - Tourbière de la Bar (marais de Germont-Buzancy). Suivi scientifique des Lépidoptères Rhopalocères. Etat initial. Conservatoire du patrimoine naturel de Champagne-Ardennes. 18 p.

FROC S., RIVEZ S., 2003 - Marais de Germont-Buzancy (Ardennes) : Document d'objectif du site Natura 2000 n°42. Document de synthèse. Conservatoire du patrimoine naturel de Champagne-Ardennes. 66 p. + annexes.



Fosse de tourbage en eau la grande taille du bassin induit des phénomènes de batillage qui détruisent les berges

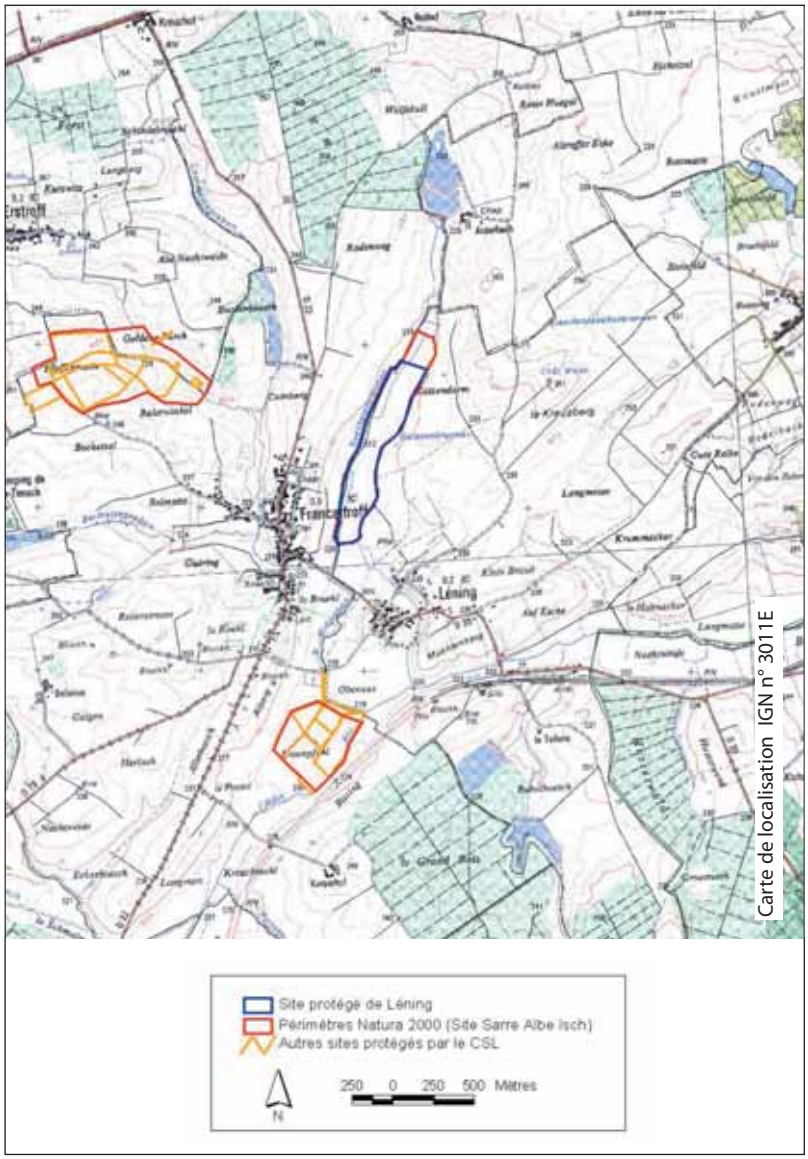


Marais de Lening

Gestion hydraulique

Région : Lorraine
Département : Moselle

Superficie du site : 20 ha
Statuts de protection ou liés à des inventaires : ZNIEFF, Natura 2000, ZPS
Propriétaires : Conservatoire des Sites Lorrains (8,4 ha), commune de Lelling (10 ha), propriétaires privés.
Gestionnaires : Conservatoire des Sites Lorrains
Groupements végétaux tourbeux ou para-tourbeux : Phragmitaie eutrophe, molinaies-cariçaies basses, cariçaies hautes, cladiaies (très localement), molinaies tourbeuses.



Carte de localisation IGN n° 3011E



Vue générale du marais de Léning

PRÉSENTATION DU SITE

Description générale et paysagère

Le marais de Léning est un marais alluvial correspondant à un ruisseau d'alimentation d'un affluent de l'Albe, avec une pente très réduite (2‰). Ce type de tourbière alcaline sur les argiles et marnes irisées du Keuper, liée à des blocages d'écoulement en vallée alluviale, est peu visible en Lorraine, car souvent recouvert de colluvions très abondantes. Ces systèmes sont de taille souvent réduite (moins de 50 ha).

Le marais de Léning était utilisé en tant que prairie de fauche avant la seconde guerre mondiale. Au cours des deux dernières décennies, les acquisitions et la gestion de ces marais ont bénéficié du soutien du WWF, de l'Etablissement Public de la Métropole Lorraine, de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse et du Conseil Régional de Lorraine.

Contexte géologique et pédologique

Le site est installé sur des tourbes récentes en majorité, isolées par des colluvionnements probablement issus de défrichements d'époque romaine, de la tourbière ancienne qui descend jusqu'à 6 m de profondeur.
Les tourbes récentes sont d'épaisseur variable : 10 à 60 cm. La non corrélation entre les profondeurs de tourbe et la végétation présente est tout à fait remarquable. La turbification récente serait liée au fait que les conditions hydromorphologiques du site sont restées positives.

Contexte dans le bassin versant

La tourbière s'est maintenue historiquement grâce au très faible drainage de la vallée de l'Albe. C'est une vallée alluviale secondaire. Un ruisseau passe en limite ouest de la tourbière. A l'est, un fossé a été creusé à une date inconnue.

Contexte hydrographique

L'alimentation du site est liée au ruisseau et à des sources naturelles latérales (extérieures au site) qui alimentent la nappe par le biais des tourbes profondes. En surface, outre les précipitations, des sources internes artésiennes sont présentes.

USAGES ET FONCTIONS

Valeur écologique fonctionnelle

Le marais, proche du village de Léning, a un rôle de rétention de crue. Le site, qui présente un fort intérêt paysager, permet la production de fourrage. S'étendant sur près d'1 km sur une largeur de 200 m, ce fond alluvial est identifiable par ses bordures typiques de saules têtards, contribuant à sa qualité paysagère.
La valeur biologique et écologique est de niveau supra-régional.
La tourbière de Léning constitue la seule station lorraine de la laîche de Hartmann (*Carex hartmanii*), espèce protégée au niveau national. Cinq plantes protégées en Lorraine sont présentes : marisque (*Cladium mariscus*), linaigrette à larges feuilles (*Eriophorum latifolium*), langue de serpent (*Ophioglossum vulgatum*), pédiculaire des marais (*Pedicularis palustris*) et troscart des marais (*Triglochin palustre*).
D'un point de vue faunistique, la diversité ornithologique s'est appauvrie avec la disparition des courlis cendrés et tariers des prés en tant que nicheurs. Les pies-grièches grise et écorcheur utilisent encore le site.
On peut noter enfin la présence de trois insectes d'intérêt européen : l'agrion de Mercure (*Coenagrion mercuriale*), le damier de la succise (*Euphydryas aurinia*) et le cuivré des marais (*Thersamolycaena dispar*). Une espèce de la directive habitats a été récemment découverte dans les formations à Juncus subnodulosus : le gastéropode *Vertigo angustior* (moins de 10 stations connues en Lorraine).



Fauche du marais

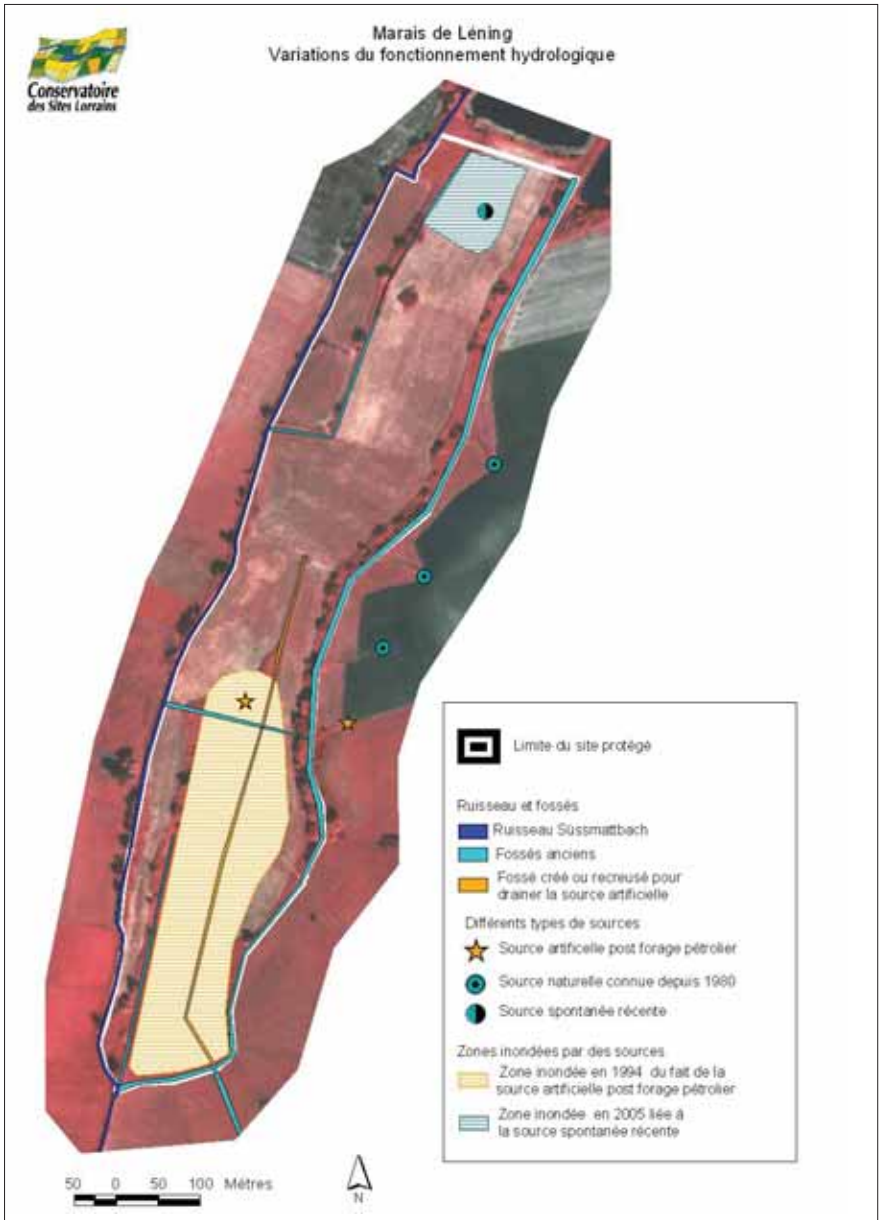
MENACES ET ENJEUX DE PRÉSERVATION

• Drainage et modification du réseau hydrographique

Une perturbation forte du fonctionnement hydrologique s'est produite dans les années 1980.
En effet, à la suite d'un forage pétrolier de 1983, une résurgence artésienne artificielle a créé un désordre. Son débit étant important, elle a entraîné la stagnation d'une lame d'eau même en période estivale, au centre du site, générant ainsi une zone inondée et donc ingérable par fauche de plusieurs hectares.
D'autre part, et depuis l'année 2000 seulement, une nouvelle source artésienne se manifeste en partie amont, de manière spontanée, avec un débit suffisamment important pour rendre 1 à 2 ha impossibles à faucher (sol gorgé d'eau même en été).

• Intensification des pratiques agricoles

Les pratiques agricoles s'intensifient dans le bassin versant. Les prairies sont transformées en cultures (drainage constaté au contact de la tourbière et tout près des sources latérales), ce qui induit des menaces sur la qualité de l'eau entrante. Une concertation a été entreprise avec les agriculteurs voisins : une bande de 20 m n'est ainsi pas drainée au contact des marais. Cependant, des drains débouchent dans le fossé de contournement du marais.



Variabilité du fonctionnement hydrologique du marais de Léning

EXPÉRIENCES DE GESTION

• Intervention sur le réseau hydrographique : création d'un fossé

Le déséquilibre créé par la source artificielle a imposé une intervention sur le réseau hydrographique car la zone inondée s'étendait : la végétation se modifiait et un envahissement marqué par des peuplements monospécifiques de phragmites ou de *Juncus subnodulosus* était constaté.
Les travaux de réhabilitation ont consisté en un recreusement du chenal central et en la création d'un fossé jusqu'à la source artésienne artificielle.

• Reprise des opérations de fauche

A l'issue des travaux hydrauliques et du gyrobroyage de la végétation accumulée, la reprise de la fauche agricole d'entretien a été possible.
Le site était traditionnellement utilisé comme prairie à litière.
Une fauche agricole tardive est réalisée après le 1er juillet et une fauche en régie est faite pour les secteurs non accessibles par les tracteurs agricoles.

CONTACT

Pascale RICHARD
Conservatoire des Sites Lorrains
7 place Albert Schweitzer
57930 FENETRANGE
Tél. : 03 87 03 00 90
Fax : 03 87 03 00 97
cslfenetrange@cren-lorraine.fr



Fauche du marais

Variabilité du fonctionnement hydrologique des tourbières alcalines

Depuis les années 1980, le CSL a mis en œuvre la protection et la gestion d'une douzaine de sites de marais alcalins, allant de très petits sites ponctuels de moins d'un hectare à des sites d'une vingtaine d'hectares. Les sites ponctuels trouvent leur origine dans la présence d'une source artésienne très fortement carbonatée en situation de tête de bassin. Les sites plus importants se sont formés grâce à leur situation en vallée alluviale créant le blocage d'écoulement de plusieurs sources carbonatées. A l'échelle de 20 ans, il a été constaté que l'intensité d'expression de ces sources a varié fortement, engendrant d'importants changements dans la composition des habitats des sites protégés.

Peuvent ainsi être cités :

> l'apparition spontanée de nouveaux points d'émergence. Comme pour les marais de Léning, 2 nouvelles sources carbonatées sont apparues à Vittoncourt voici 10 ans. Elles se situent à 100 m des sources de la tourbière au sein de prairies mésohygrophiles. Une telle situation a aussi été constatée à Veckersviller, où à côté d'une butte tufeuse fossile, une nouvelle source s'exprime en prairie.

> La variation de débit des sources principales de la tourbière de Vittoncourt, avec une réactivation dans les années 1990 (avec en corollaire un fort développement des vasques à Chara et une régression des zones à Sphaignes).

Ces phénomènes d'instabilité des points d'émergence des sources carbonatées se produisent aussi bien dans les assises du Keuper que du Muschelkalk.

Cette variabilité hydrogéologique spontanée doit être intégrée dans la gestion de ces sites protégés, en étant mise à profit pour laisser des habitats pionniers s'implanter, et aussi pour appréhender les variations antérieures et historiques ayant conduit à la diversité des habitats présents (tufière fossile).

NOUS AVONS NOTÉ

• Une mise en évidence de l'intérêt écologique du site progressive.

• Un élément original : la variabilité du fonctionnement hydraulique, auquel le gestionnaire a dû s'adapter par la mise en place d'interventions différentes.

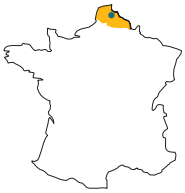
• Une problématique hydraulique rencontrée sur d'autres sites de Moselle, et à laquelle les gestionnaires de tourbières alcalines de plaine peuvent être confrontés.

BIBLIOGRAPHIE

C.S.L., 2002 – Plan de gestion du marais de Léning. 2002/2008. Conservatoire des Sites Lorrains ;

DUVAL T. et RICHARD P., 1985 – Contribution à l'étude des marais de Lorraine. Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de la Moselle., 44 ième cahier, 183-198 p.

RICHARD P., 2001 – Un nouveau Carex pour la Lorraine : la Laîche de Hartmann (Carex hartmanii). Le monde des plantes, n°471.



Grande Tourbière de Marchiennes

Protection de la grenouille des champs (*Rana arvalis*)
Réhabilitation de milieux dégradés

Région : Nord – Pas de Calais
Département : Nord

Superficie de la zone humide : 40 ha
(en zone de préemption « Espace Naturel Sensible »)
Superficie du site : 10 ha
Statuts de protection ou liés à des inventaires :
site départemental Espace Naturel Sensible, pré-site Natura 2000, ZNIEFF de type II et I, ZICO, Zone de Protection Spéciale, site prioritaire du PNR Scarpe Escaut.
Propriétaire : Département du Nord
(Service Espaces Naturels Sensibles)
Gestionnaire : Département du Nord
(Service Espaces Naturels Sensibles)
Groupements végétaux tourbeux ou para-tourbeux :
groupements de bas-marais alcalins, mégaphorbiaies sur tourbe, forêt alluviale à *Alnus glutinosae* et *Fraxinus excelsior*, roselières à gesse des marais, saulaie à fougère des marais.



Vue aérienne de la Grande Tourbière de Marchiennes

PRÉSENTATION DU SITE

Comme la tourbière de Vred voisine, la Grande tourbière de Marchiennes s'inscrit dans le système alluvial de la moyenne vallée de la Scarpe et fait partie de l'ensemble du maillage de zones humides de la vallée.
Le site départemental de la Grande Tourbière présente un intérêt patrimonial particulièrement élevé, notamment par rapport à la faible taille du site. Celui-ci héberge plus d'une vingtaine de communautés végétales à caractère au moins semi-naturel. Le périmètre d'étude est occupé en grande partie par un plan d'eau. La zone de marais occupe environ 3 hectares, le reste est composé d'une aulnaie alluviale.



Mosaïque d'habitats humides sur la Grande Tourbière

Un fonctionnement hydrologique perturbé

Le régime hydrologique a été totalement modifié suite à la canalisation du cours de la Scarpe et aux différents travaux de drainage et d'assainissement. Alors que cette partie de la Grande Tourbière était régulièrement inondée dans le passé, comme le reste du lit majeur, elle échappe aujourd'hui à l'action de la Scarpe, bien que le canal ne se trouve qu'à quelques dizaines de mètres de distance.

Aménagements successifs du plan d'eau

Ceux-ci ont profondément modifié sa microtopographie.
On constate notamment :
- l'artificialisation de l'étang, avec creusement de canaux latéraux, aux contours géométriques et aux pentes relativement abruptes sur certaines berges ;
- la création d'une butte de déblais issue de l'agrandissement de l'étang, après excavation du fond ;
- l'aménagement d'un terre-plein pour l'édification d'une hutte de chasse et d'un cabanon ;
- le dépôt de matériaux exogènes (graviers) pour l'implantation d'un chemin d'accès à une hutte de chasse, aujourd'hui détruite.



Butte de déblais



La grenouille des champs ne se rencontre plus que dans 3 stations françaises seulement



Gesse des marais

USAGES ET FONCTIONS
Valeur écologique

Des groupements végétaux remarquables représentatifs des contextes de marais tourbeux alcalins

Parmi les types de végétation présents sur la tourbière, on peut citer :

➲ La végétation amphibie à samole de Valerand, baldellie fausse renoncule et jonc articulé ;

➲ La végétation annuelle exondée à souchet brun ;

➲ Les herbiers aquatiques des eaux moyennement profondes à potamot luisant, potamot crépu et myriophylle verticillé ;

➲ La saulaie arbustive inondable mésotrophe à saule cendré, dans sa variante à *Thelypteris palustris*.

On notera, en particulier, la présence d'un échantillon caractéristique de la roselière mésotrophe à gesse des marais et lysimaque commune (*Lathyro palustris-Lysimachietum vulgaris*), habitat exceptionnel menacé de disparition à l'échelle régionale.

Des espèces animales et végétales à forte valeur patrimoniale

➲ D'un point de vue floristique, sur les 140 taxons répertoriés, 10 font l'objet d'une protection réglementaire au niveau régional. Parmi les nombreuses espèces remarquables, on peut citer l'hottonie des marais (*Hottonia palustris*), l'utriculaire commune (*Utricula vulgaris*), le laiteron des marais (*Sonchus palustris*), le peucédan des marais (*Peucedanum palustre*), la grande douve (*Ranonculus Lingua*) et le séneçon des marais (*Senecio paludosus*).

➲ Site d'intérêt pour de nombreux oiseaux aquatiques nicheurs (fauvettes paludicoles, martin-pêcheur d'Europe, busard des roseaux) et pour d'autres espèces hivernantes prestigieuses (butor étoilé,....).

➲ A noter la présence de *Vertigo moulinsiana* (annexe II de la Directive Habitat), de la grenouille des champs (*Rana arvalis*), exceptionnelle en France, et de l'aeschne isocèle (*Aeshna isoceles*), localisée dans la région Nord-Pas-de-Calais.

Fonction pédagogique

Le site d'exception donne lieu à de nombreuses activités pédagogiques : panneaux d'interprétation, belvédère d'observation, visites guidées, etc. Un projet d'aménagement lié à l'accueil du public et à la restauration du site est prévu (hiver 2006-2007).

MENACES ET ENJEUX DE PRÉSERVATION

La principale menace correspond à l'abaissement général des niveaux d'eau dans le secteur, qui entraîne la fermeture des milieux par les boisements (de saules notamment), ainsi que la modification des cortèges végétaux vers des mégaphorbiaies plus ou moins eutrophes. Ceci est accentué en partie par des dysfonctionnements hydrologiques locaux.

Le contrôle des niveaux d'eau représente donc un fort enjeu. Dans ce sens, le PNR. Scarpe Escaut pour la totalité du secteur, a installé un ouvrage hydraulique afin de permettre une gestion fine et efficace des niveaux d'eau.

La colonisation des berges par des grands hélophytes menace également les stations de souchet brun, de baldellie fausse renoncule (*Baldellia ranunculoides*) et d'hydrocotyle commun (*Hydrocotyle vulgaris*) présentes.

EXPÉRIENCES DE GESTION

De nombreuses opérations de restauration des habitats ont été entreprises :



Le système de vanne permet notamment d'éviter l'assèchement estival de la tourbière

- restauration de roselières et de mégaphorbiaies, par coupe rase de peupliers et de saules et par fauche manuelle,
- restauration de saules têtards,
- création de mares,
- expérience d'étrépage,
- évacuation d'un remblai,



D'importantes populations de séneçon des marais se sont développées suite aux travaux



Brûlage des rémanents sur tôle

- modification des berges de l'étang (pende douce),
- mise en lumière des bras d'eau et mares existants par la coupe des saules en bordure.

Les opérations de déboisement et le suivi des rejets de saule ont également permis le retour sur le site en 2006 de belles populations de séneçon des marais et de grande douve ainsi que l'apparition de l'utriculaire commune.

UNE PRÉOCCUPATION PARTICULIÈRE : LA GRENOUILLE DES CHAMPS

Diverses mesures sont prises pour assurer la pérennité de l'habitat de la grenouille des champs à Marchiennes. Un travail partenarial avec les propriétaires et le PNR Scarpe-Escaut a été mis en place sur la gestion intégrée de l'eau et la prise en compte de l'entretien, voire de la restauration des habitats de la grenouille des champs dans le plan de gestion du site.

Opérations de gestion sur les habitats

Les habitats de la tourbière de Marchiennes se modifient suite à l'abaissement généralisé des niveaux d'eau dans la Vallée de la Scarpe. Les roselières sont progressivement envahies par les fourrés arbustifs et les sols, de moins en moins inondés, ont tendance à se minéraliser ce qui favorise le développement d'une végétation nitrophile. Les principales opérations de gestion, en dehors de la pose de vannage réalisée par le PNR, consistent en la coupe régulière de la végétation arbustive et la fauche ponctuelle des roselières avec exportation des produits de coupe, de façon à limiter l'apport de matière organique et l'atterrissement du milieu.

Opérations de restauration écologique

Réalisées en mars 2002, elles ont consisté en l'évacuation d'un remblai issu de l'agrandissement de l'étang. Ce remblai formait un obstacle entre les habitats de reproduction et les habitats terrestres de l'espèce. D'une hauteur de 3 mètres, il couvrait une surface de 2 000 à 3 000 m^2 et sa suppression a permis de recréer des milieux marécageux : jonçaie, cariçaie, etc., favorables à la grenouille des champs et aux diverses communautés végétales.

Préservation de l'espèce au-delà des limites du site

Dans le cadre d'une étude menée avec l'Université des Sciences et Technologies de Lille, la reproduction de la grenouille des champs a été mise en évidence dans



Mare créée dans l'objectif de favoriser la grenouille des champs

un espace privé situé à proximité immédiate du site départemental. Ce site privé ne bénéficie aujourd'hui d'aucune protection. La peupleraie existante, à proximité de laquelle la reproduction avait été prouvée, a d'ailleurs été exploitée et replantée lors de l'hiver 2003-2004 (avec à terme, un impact potentiellement négatif sur la population de grenouilles, en raison de la fermeture et de l'assèchement du milieu). Conscient de ce problème, le Département a réalisé sur les terrains dont il a la maîtrise foncière quelques opérations particulières pour améliorer leur capacité d'accueil et favoriser la reproduction de la grenouille des champs :

- reprofilage des berges sud de l'étang en pente douce,
- fermeture d'une queue d'étang avec de la végétation pour limiter l'accès aux poissons,
- creusement de deux mares.

Création de zones favorables

Le Département envisage de créer en fin d'hiver 2006 début 2007 d'éventuels espaces de substitution favorables à l'espèce. Cela se traduira par la création d'une mare et de dépressions humides sur les propriétés départementales, à proximité du lieu de reproduction connu, et par la poursuite des déboisements en bordure de divers bras d'eau et mares existantes.

NOUS AVONS NOTÉ

• De nombreuses opérations de restauration du milieu pour maintenir ou permettre l'apparition des phytocœnoses remarquables des milieux tourbeux

• La nécessité de maîtriser les niveaux d'eau pour garantir le maintien de la richesse écologique du site

• Des suivis scientifiques dans le cadre de programmes régionaux

• Une volonté d'améliorer l'accueil du public (travaux prévus en fin d'hiver 2006-2007)

• La prise en compte de la grenouille des champs (Rana arvalis) dans la gestion du site

SUIVIS EN COURS

• Programme régional de suivi et évaluation de la qualité des zones humides par des bio-indicateurs
Piloté par le Conseil Régional du Nord – Pas de Calais, ce programme s'appuie sur un protocole basé sur la présence des espèces d'oiseaux. Il vise à établir depuis 4 ans un état de santé des zones humides en fonction de leur diversité ornithologique à l'échelle de la région.
• Suivi des habitats remarquables, avec le Centre Régional de Phytosociologie de Bailleul agréé Conservatoire Botanique National de Bailleul
• Suivi de la reproduction de la grenouille des champs avec l'Université de Lille 1 et le Groupe Ornithologique et Naturaliste du Nord



La prise en compte de la grenouille des champs constitue une priorité dans la gestion du site

CONTACT

Guillaume LEMOINE
CONSEIL GÉNÉRAL DU NORD,
Direction du Sport du Tourisme
et des Espaces Naturels, service ENS
51 rue Gustave Delory -
59047 LILLE CEDEX
Tél : 03 20 63 57 47
Fax : 03 20 13 44 85
mail : glemoine@cg59.fr

BIBLIOGRAPHIE

BALIGA M-F & Thérèse F., 2002 – Bilan patrimonial et évaluation de la gestion des terrains départementaux de la Grande Tourbière de Marchiennes – Conseil Général du Nord/Centre Régional de Phytosociologie-Centre Botanique National de Bailleul – 60 p + annexes.

GODIN J., LEMOINE G., MARCHYLLIE M. & RONDEL S., 2007 – La grenouille des champs (*Rana arvalis*). Echo des Tourbières n°13.

HILDEBRAND C. & LEMOINE G., 2001 – La Grande Tourbière de Marchiennes. Plan de gestion. Direction du Sport, du Tourisme et des Espaces Naturels, Conseil Général du Nord, 16 p + 2 annexes + 8 cartes.

LE BIHAN J. & BIRARD C. [coord.], 2004 – Recueil d'expériences en matière de gestion des roselières. Fédération des Parcs Naturels régionaux 136 p.

RONDEL S., SCREVE F., LEMOINE G. & GODIN J., 2006 – (sous presse) – La Grenouille des champs *Rana arvalis* Nilson, 1842 (Anura, Ranidae) dans la Grande Tourbière de Marchiennes (59, SE – E07, 08°) : habitat terrestre, reproduction, caractéristiques de la population, menaces, protection et gestion, le Héron – revue du Groupe Ornithologique et Naturaliste du Nord.

RONDEL S. & SCREVE F., 2003 – Inventaire, cartographie et analyse des peuplements d'amphibiens sur la Grande Tourbière de Marchiennes et ses environs. Mémoire de stage de Maîtrise de Biologie des Populations et des Écosystèmes. Conseil Général du Nord et Université des Sciences et Technologies de Lille. 86 p.

SEYTRE L., 1999 – Grande tourbière de Marchiennes. Mission-conseil. Diagnostic et évaluation patrimoniale des habitats et de la flore. Propositions initiales de restauration et de gestion du site. Conseil Général du Nord/CRP-CBNB, 21 p + annexes.

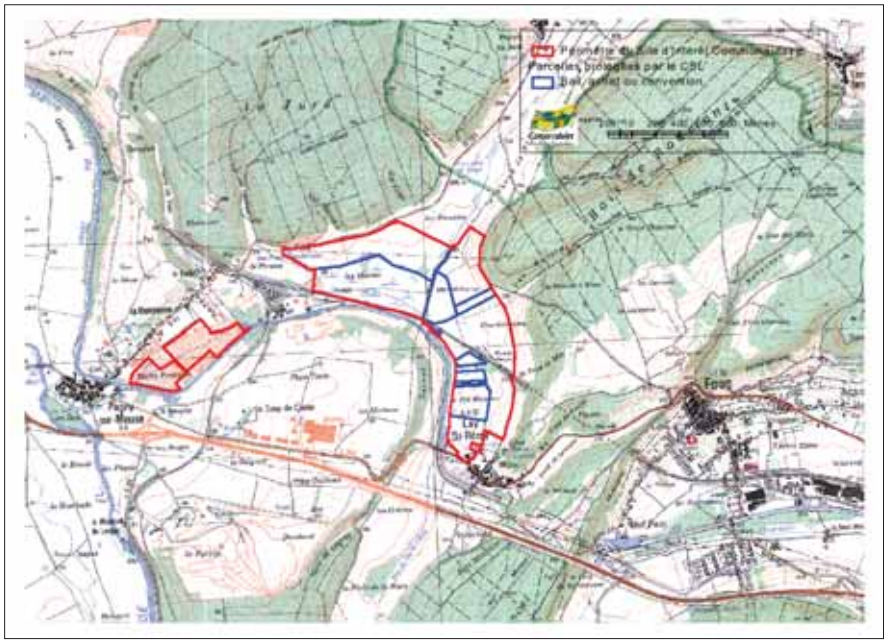


Marais de Pagny-sur-Meuse

Pâturage extensif

Région : Lorraine
Département : Meuse
et Meurthe-et-Moselle

Superficie du site : 80 ha
Statuts de protection ou liés à des inventaires : site Natura 2000, ZSC « Marais de Pagny sur Meuse » et ZPS.
Propriétaires : commune de Pagny-sur Meuse (31ha), Conservatoire des Sites Lorrains (7,5 ha), propriétaires privés.
Gestionnaire :
Conservatoire des Sites Lorrains
Groupements végétaux tourbeux ou para-tourbeux :
cariçaies à grande laîche (7,5 ha), prairies à jonc subnoduleux (8 ha), végétation typique de tourbière basse ou variantes à choin noirâtre ou à marisque, phragmitaies, saulaies marécageuses.



PRÉSENTATION DU SITE

Le marais de Pagny-sur-Meuse occupe l'ancien cours de la Moselle, lorsque celle-ci se jetait dans la Meuse. Daté d'environ -2000 ans, il est environné de plateaux calcaires et repose sur des colluvions calcaires périglaciaires (grouines) qui masquent les alluvions acides de la Moselle.
Le marais est composé d'une mosaïque de milieux tourbeux et aquatiques.
La turfigénèse est probablement inactive actuellement en raison de l'abaissement de la nappe lié aux fossés creusés au XIX^{ème} siècle.
Le paysage est aujourd'hui altéré par la présence d'une voie ferrée et du canal de la Marne au Rhin (datant de la fin du XIX^{ème} siècle) et d'un centre technique d'enfouissement générant aussi des nuisances olfactives et faunistiques (corvidés surtout, mouettes, milans, …).
Le site a régulièrement brûlé du milieu du XIX^{ème} au milieu du XX^{ème} siècle du fait des escarbilles de charbon des locomotives, ce qui a été un facteur de dégradation du site en profondeur.



Zones pâturées du marais de Pagny-sur-Meuse

Fonctionnement hydraulique

➲ Alimentation du marais principalement par un réseau de sources constantes provenant des coteaux environnants (eau fortement chargée en CaCO3) ;

➲ Marais traversé par les ruisseaux de St Rémy et de Trondes (recreusés en 1830) qui n'apportent pas significativement d'eau au marais et ont seulement une fonction de drainage ;

➲ Abaissement estival moyen de la nappe de 20 cm sous les groupements de tourbière, et de 60 cm et plus sous les cariçaies de bordure ;

➲ Fortes remontées de la nappe en période estivale en réponse à l'importante superficie du bassin versant immédiat (20 cm de remontée après des précipitations de l'ordre de 5 cm).

Valeur paysagère et pédagogique

Le marais présente une valeur pédagogique développée avec un sentier pédagogique et un observatoire. L'attrait du site est renforcé par la présence des chevaux. Le site est très utilisé pour l'animation (écoles primaires,…) et la formation de gestionnaires et universitaires.

MENACES ET ENJEUX DE PRÉSERVATION

• La dynamique ligneuse est favorisée par l'arrêt de la gestion agricole traditionnelle. Le pâturage ne permet d'y répondre que partiellement (abroutissement des individus de taille inférieure à 2 m). L'envahissement par les saules cendrés est limité par des abattages ponctuels. Localement sur la commune de Foug, 2 ha de bétulaie se sont développés à la suite d'un brûlage suivi de pâturage (pratiqué en 1984 par l'ancien propriétaire). Aucun mode de gestion efficace n'a été trouvé pour réduire leur extension (hormis le maintien par coupes régulières).
• Présence d'une décharge qui attire des corvidés (induit des perturbations sur l'avifaune du marais).
• Drainage et modifications du réseau hydrographique ne constituent pas de réelles menaces à court terme. On peut noter la mise en place d'un retour à l'herbe dans le bassin versant direct, suite à l'extension du site Natura 2000).

EXPÉRIENCES DE GESTION

>>> Pâturage extensif par des Konik Polski avec suivi de la végétation

Une quinzaine de chevaux Konik polski paissent sur le site depuis 1988, selon un système extensif et permanent. Le protocole de suivi consiste à mesurer la répartition spatiale et l'intensité du pâturage permanent par les chevaux Konik Polski, dans le but de :

➲ connaître avec précision les pressions de pâturage exercées réellement dans les différents types de végétation,

➲ corréler cette pression avec l'évolution de la composition et de la structure des différents types de végétation, ainsi qu'avec celle des populations d'espèces remarquables,


F. Schwaab

La population de Liparis de Loesel a augmenté ces dernières années

➲ suivre à long terme l'utilisation spatiale des enclos par les chevaux.

La pression de pâturage est mesurée juste avant la reprise de végétation (fin avril) sur la base de pourcentage d'abroutissement de la végétation herbacée. La mesure est effectuée sur des carrés de lecture de 4 ares (maille de 20 m x 20 m) selon une norme d'abroutissement définie en 1995.



Konik Polski

Conclusions du suivi

• Le pâturage permanent équin est très intéressant si l'on maîtrise les pressions et les répartitions. Un indice moyen de 3,3 (33 % de végétation consommée par an) est favorable ; il est obtenu grâce à 150 kg de poids vif/ha avec des variations de 20 % ;

• La forte sensibilité de *Cladium mariscus* et *Schoenus nigricans* au pâturage moyen à fort, tandis qu'une fauche hivernale tous les 4 ans semble leur convenir au mieux ;

• La régression de la dominance de la molinie et de *Juncus subnodulosus* par fauchage et par pâturage ;

• La conservation des dicotylédones typiques de la molinaie oligotrophe par fauche et par pâturage, sauf si ce dernier devient trop intensif ;

• L'augmentation forte des 4 espèces de carex de la tourbière basse tant sous l'action du fauchage que du pâturage (moyen à fort) ;

Le temps de réponse des habitats de la moliniaie vis-à-vis du pâturage est relativement long : il faut attendre 5 ans pour percevoir des tendances d'évolution, et 10 ans pour pouvoir faire des corrélations effectives.

Tableau 1 : Évolution des fréquences des différentes espèces de la molinaie sous l'effet d'une pression de pâturage croissante

Indice de pâturage % de végétation abroutie chaque année	**2** 5-25 %	**3** 25-50 %	**4** 50-75 %	**5** > 75 %	**6** Surpâturée
Cladium mariscus et *Schoenus nigricans**	→	↘	↘	D	D
Molinia caerulea et *Juncus subnodulosus*	→	→	↘	↘	↘
Espèces typiques de la molinaie oligotrophe	→	→	→	↘	↘
Carex lepi. C. hostiana C. flacca C. panicea	→	↗	↗	↗	↘
Liparis de loesell	○	↗	↗	↗	↘
Juncus arcticulatus	○	↗	↗	↗	↗
Cyperus fuscus et *Triglochin palustre*	○	○	○	↗	↗

↗ augmentation des fréquences ○ pas de fréquentation ↘ baisse des fréquences

Sur le marais de Pagny-sur-Meuse, un suivi naturaliste et zootechnique a été mené sur une période suffisamment longue pour que des enseignements puissent en être tirés, notamment sur les effets du pâturage et l'évolution de la végétation

Tableau : Définition des indices d'abroutissement

Indice d'abroutissement	Pourcentage de végétation consommée et autres critères
0	Pas de traces de passage et d'abroutissement
1	Traces de passage et superficie abroutie < 5%
2	Superficie abroutie comprise entre 5 et 25%
3	Superficie abroutie comprise entre 25 et 50%
4	Superficie abroutie comprise entre 50 et 75%
5	Superficie abroutie > à 75 % et mise à nu sol < 20 %
6	100 % abroutisement et mise à nu sol > 20%

Tableau 3 : Comparaison de l'effet du pâturage extensif permanent et de la fauche annuelle sur les espèces de la molinaie

	Molinia caerulea et Juncus subnodulosus	Espèces typiques de la molinaie oligotrophe	*Carex lepicocarpa*, *C. hostiana*, *C. flacca* et *C. panicea*	Liparis de loesel Parnassie des marais
Pâturage extensif permanent	↘	→	↗	↗
Fauche bisannuelle hivernale	→	→	↗	○
Evolution spontanée	↗	↘	↘	○

• Le rôle spécifique du pâturage dans la création de zones rases où apparaissent des espèces héliophiles telles que le liparis de Loesel et la parnassie des marais, espèces absentes des zones fauchées ;

• L'intérêt également des zones piétinées avec de la tourbe à nu, accueillant des espèces spécialisées telles que *Cyperus fuscus* et *Triglochin palustre* ;

• L'intérêt de maintenir des zones herbacées non gérées pour la conservation de niches écologiques d'espèces de litières.

Autres enseignements tirés des différents suivis réalisés :

• **Avifaune :** le pâturage favorise les espèces prairiales tel le pipit farlouse (*Anthus pratensis*) ; le dortoir du busard Saint-Martin (*Circus cyaneus*) se reporte en zone fauchée.

• **Entomofaune :** une étude montre les effets bénéfiques de la fauche et du pâturage sur la diversité et ceux plus importants du pâturage sur la quantité d'insectes (potentialités trophiques). Les zones non gérées abritent des espèces spécialisées de la litière.

• **Bryoflore :** les zones ouvertes par pâturage sont favorables aux pleurocarpes typiques des tourbières alcalines telles Campylium elodes et les zones surpiétinées sont intéressantes pour les pottiacées.

>>> Autres opérations de gestion

Une coupe de saules est menée en parallèle du pâturage. Aucune germination massive n'est actuellement constatée.

D'autre part, un fossé (déconnecté des ruisseaux) a été obturé afin que son effet drainant soit moins rapide. L'ampleur des travaux a été limitée.

Des essais de creusements de mares ont été réalisés, et ont conduit à l'apparition de fosses à Chara avec coléoptères. L'intérêt en semble très limité à terme.



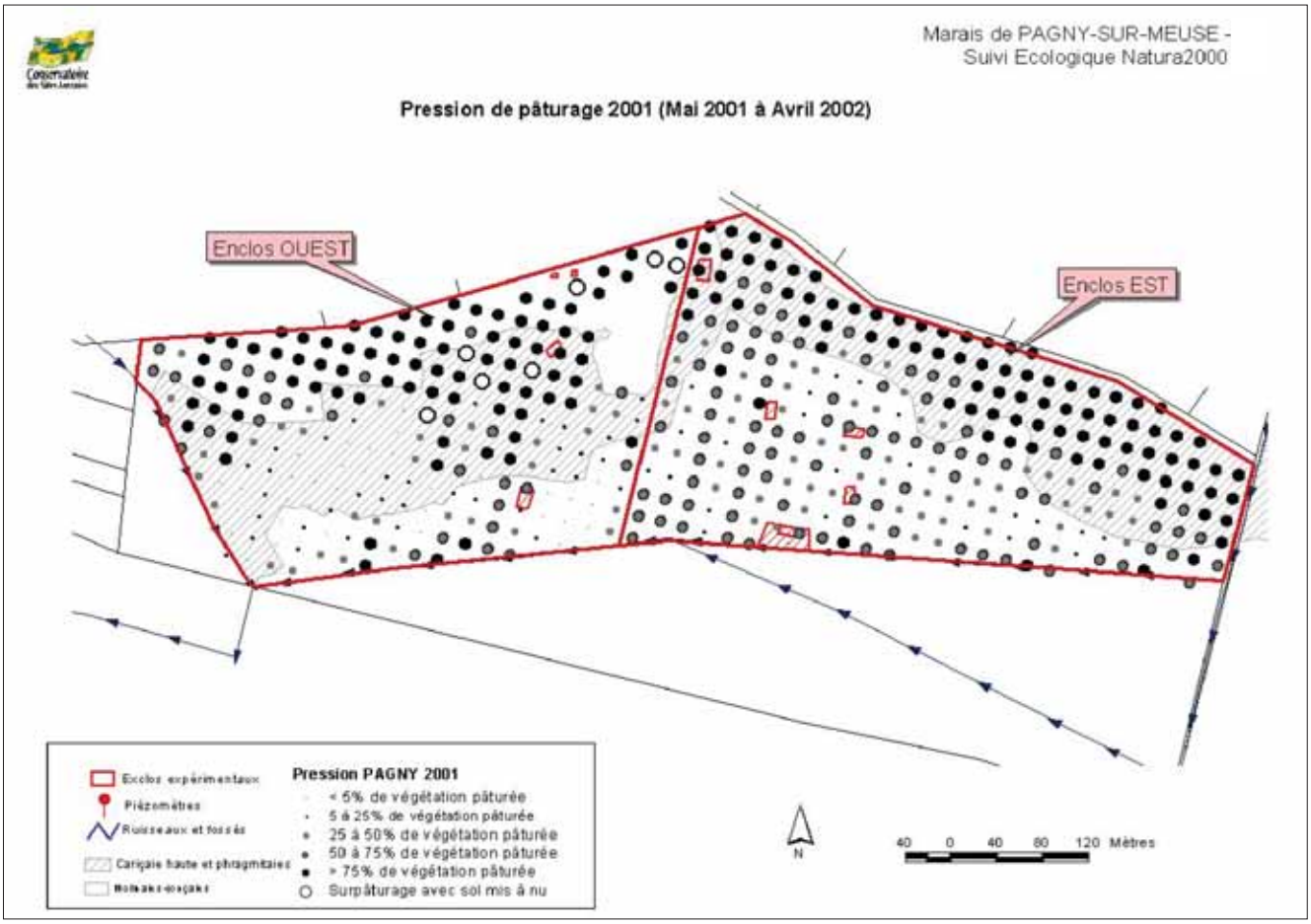
Progression des saules

Les points positifs de la gestion globale du site

- La méthode et les résultats des suivis de la flore et de la végétation ont permis de répondre à l'objectif du gestionnaire.

- Des inventaires et des suivis floristiques et faunistiques assez diversifiés ont permis de ne pas rester sur la seule clé d'entrée « habitats ».

- Les coûts financiers ont été compatibles avec les capacités du gestionnaire, permettant la poursuite à moyen terme.



CONTACT

Pascale RICHARD,
Responsable de la mission scientifique

Damien AUMAÎTRE,
Chargé de mission départemental
Conservatoire des Sites Lorrains

7 place Albert Schweitzer
57930 FENETRANGE
Tél. : 03 87 03 00 90
Fax : 03 87 03 00 97
cslfenetrange@cren-lorraine.fr

BIBLIOGRAPHIE

AUBERT M., MARQUART J.J., 1997 – Le Konik Polski, cheval primitif polonais : ses origines et les raisons de son utilisation pour la gestion des sites naturels. Bull. Soc. Neuchâteloise des Sciences Naturelles. 120 (2) : 55-70.

BRAUD Y., 1997 – Inventaire entomologique préliminaire et étude des effets des modalités de gestion sur l'entomofaune. Rapport MST Aménagement et Environnement. Université de Metz.

CONSERVATOIRE DES SITES LORRAINS, 1990 – Etudes des potentialités de gestion synécologique du marais alcalin de Pagny-sur-Meuse par une race rustique : le petit cheval primitif polonais (Konik Polski). Ministère de l'Environnement SRETIE/MERE/7051.

CONSERVATOIRE DES SITES LORRAINS, 1998 – Plan de gestion du site naturel protégé de Pagny-sur-Meuse. C.S.L./Agence de l'Eau Rhin-Meuse/Conseil Régional de Lorraine.

DUVAL T., RICHARD P., 1986 – Contributions à l'étude des marais de Lorraine. Bull. Soc. Hist. Nat. de la Moselle, 44, 183-198.

MAHEVAS T., RICHARD P., 2002 – Associations bryologiques des tourbières alcalines de Lorraine, Conservatoire des Sites Lorrains, 6 p. + tableaux.

PAX N., 1997 – Diversité des tourbières alcalines de Lorraine. Thèse de faculté des sciences pharmaceutiques et biologiques, Nancy, 327 p.

NOUS AVONS NOTÉ

• Un site d'importance majeure pour l'expérimentation du pâturage.

• Une nécessité de développer des outils statistiques pour optimiser les suivis quantitatifs de végétation (nombre de points de lecture par placette, rythme de lecture) et pour interpréter les résultats en fonction des variables de gestion et de milieux (analyse canonique des correspondances).

• La nécessité d'approfondir la connaissance des variables du milieu (hydrologie, micro-climat) et l'écologie des espèces et des populations.

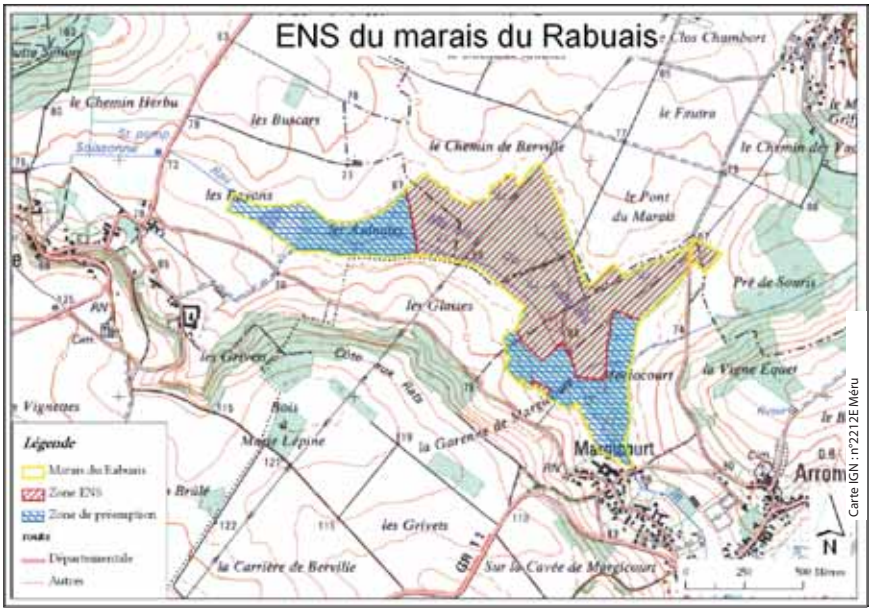


Marais Rabuais

Réhabilitation de milieux dégradés
Etrépage

Région : Ile-de-France et Picardie
Départements : Val d'Oise et Oise

Superficie de la zone humide : 63 ha
Superficie du site géré : 39 ha
Statuts de protection ou liés à des inventaires : Espace Naturel Sensible inter-départemental
Propriétaires : Communes d'Arronville, Berville (95) et Amblainville (60)
Gestionnaires : Conseil Général du Val d'Oise, Parc Naturel Régional du Vexin français
Groupements végétaux tourbeux ou para-tourbeux : magnocaricaies du Magnocaricion elatae, *cariçaies* à Carex appropinquata, prairies à molinie, marais à *Cladium mariscus*, boulaie tourbeuse, mégaphorbiale




C. Bailleux, PNRVF

Résurgence donnant naissance au ru alimentant le marais

PRÉSENTATION DU SITE

Le marais du Rabuais se situe dans la vallée du Sausseron, et occupe la partie centrale d'une vaste dépression qui s'étend sur 63 ha dont 39 sont communaux. Cette topographie, propice à l'engorgement, a favorisé le développement d'une tourbière alcaline alimentée à la fois par des résurgences et des écoulements superficiels.

Historique

Au cours du XIX^{ème} siècle, le marais est pâturé par des chevaux et des bovins. Les sources et ruisseaux qui l'alimentent sont aménagés pour la création de bassins d'élevage de sangsues. Dans les années 1950-60, d'autres aménagements ayant un impact sur l'alimentation en eau sont réalisés et une partie du site est plantée en peupleraie. L'arrêt du pâturage, les modifications du système d'alimentation en eau et la dynamique de reboisement naturel entraînent alors une forte dégradation de la qualité écologique du milieu.

Fonctionnement hydrologique

Le marais est principalement alimenté par des résurgences de la nappe, ce qui fait d'ailleurs son originalité et explique la présence de nombreuses mares. Le marais est aussi alimenté partiellement par les écoulements issus du bassin versant, ce qui le rend sensible aux pollutions diffuses de l'agriculture intensive qui l'entoure. Au cours de son histoire, le site a subi des modifications significatives en terme d'alimentation en eau (canalisation et/ou détournement de ru) qui ont aujourd'hui des conséquences importantes sur son fonctionnement général.

USAGES ET FONCTIONS

Valeur écologique fonctionnelle

Outre son rôle essentiel de régulateur des eaux de surface et d'épurateur naturel, le marais est un réservoir de biodiversité : 216 espèces végétales sont recensées sur 16 formations différentes, la plus caractéristique étant la cladiaie, formation dominée par le marisque (*Cladium mariscus*).
Le site abrite plusieurs insectes et plantes protégées ou rares dans la région. L'avifaune est également riche, avec des oiseaux nicheurs rares pour la région.
Les groupements de bas-marais alcalins ne sont pas importants en superficie, le site ayant beaucoup perdu en biodiversité depuis les années 1950. Ces groupements, que l'ont peut observer autour des mares, constituent l'intérêt principal du site et sont en cours de reconstitution.

Intérêts économiques et pédagogiques

Autrefois utilisé pour l'élevage de sangsues, ensuite partiellement planté en peupliers mais sans drainage significatif, le site n'a plus aujourd'hui d'usage directement lié à l'économie locale. Seule l'activité de chasse a perduré.
Des visites grand public et scolaires sont organisées pour la découverte du site dans le cadre des animations ENS. Des aménagements spécifiques ont été réalisés à cet effet (observatoire et panneau pédagogique).

MENACES ET ENJEUX DE PRÉSERVATION

➲ Assèchement progressif du site, dû à la fois aux modifications de son alimentation



Cladiaie



Observatoire situé au niveau d'une roselière

(canalisation, détournement de ru), à la baisse du niveau de la nappe et à l'envahissement par les ligneux ;

➲ Minéralisation importante de la tourbe ;

➲ Absence de « zone tampon » qui implique une pollution diffuse par les nitrates (venant des terrains agricoles sur les franges du site).

EXPÉRIENCES DE GESTION

• A partir de 1999 : Expériences de restauration écologique

En 1999, après la réalisation d'un diagnostic écologique, le PNR du Vexin français propose aux communes de mener une expérience de restauration écologique sur 7 parcelles expérimentales, afin d'y retrouver une richesse floristique comparable à celle des années 50.



Opération d'étrépage à la mini-pelle

➲ Premiers travaux de réhabilitation par des opérations de fauche et de débroussaillage.
Mise en œuvre : 7 parcelles expérimentales (2,4 ha) ont été totalement débroussaillées (débroussailleuses, tronçonneuses) afin de rétablir une végétation herbacée.
Résultat : Un suivi écologique permet de mettre en évidence la réapparition de quelques espèces végétales et l'amélioration des conditions d'accueil de la faune.

➲ Décapage superficiel de la tourbe sur 200 m^2

Objectif : découvrir des banques de graines d'espèces pionnières de la tourbière.
Mise en œuvre : étrépage superficiel d'environ 10 cm afin de retirer la végétation en place et son système racinaire. Second étrépage afin de mettre la tourbe à nu, avec 3 profondeurs atteintes (10 cm, 20 cm et 30 cm). Les travaux ont été effectués à l'aide d'une mini pelle. Les matériaux d'étrépage ont été régalés sur d'autres secteurs.

Résultats : une nouvelle espèce a pu être répertoriée : le mouron délicat (*Anagallis tenella*), assez rare en Ile-de-France.
Autour des mares, un léger décapage (« grattage » du sol à l'aide d'un appareil à dents) très localisé a été fait. Il a été noté par la suite le fort développement de la lentille d'eau à trois lobes (*Lemna trisulca*), et la présence de characées. Pour les zones grattées, on note la réapparition du souchet brun (*Cyperus fuscus*), espèce pionnière des sols tourbeux (voire argileux) notée pour la dernière fois au Rabuais dans la période 1930-1960, soit avant les grands bouleversements qu'a connu le site.

• Gestion écologique du marais, via une convention avec le Syndicat intercommunal de gestion du marais

De 1999 à 2003, une fauche d'entretien est réalisée une à deux fois par an. Les travaux ont été réalisés par une association d'insertion, manuellement et avec un micro-tracteur à pneus basse pression mis à disposition par le PNR.
En 2004, le Syndicat de gestion du marais valide la restauration écologique de l'ensemble du site visant à rétablir une dominante d'espaces ouverts dans la partie centrale.



Zone fauchée d'une cladiaie en cours de restauration

• 2005 : Intégration du marais du Rabuais aux ENS du Val d'Oise et de l'Oise

Un document réalisé par l'Office National des Forêts définit les grands principes d'aménagement pour la période 2004-2018 : 22,6 ha de milieux humides ouverts seront restaurés et 17,3 ha de boisements humides et boisements de frange seront maintenus.

Le Conseil Général du Val-d'Oise est maître d'ouvrage sur l'ensemble du site pour les travaux de restauration et d'entretien avec une convention déléguant la gestion courante au PNR du Vexin français. Les travaux qui sont menés sur le site chaque année depuis 2005 sont les suivants :

➲ Fauche mécanique d'entretien et évacuation des rémanents sur les parcelles réouvertes : convention avec une association d'insertion pour l'entretien des parcelles ouvertes. L'évacuation des rémanents se fait par brûlage sur place à feux et/ou par valorisation en compost avec une entreprise spécialisée ;

➲ Coupe des ligneux : tous les ans, agrandissement d'environ 2 ha de la superficie gérée en espace ouvert. Travaux de restauration effectués par des entreprises privées ;

➲ Entretien et agrandissement du réseau de mares par des étrépages légers ;

➲ Restauration d'une roselière : étrépages, coupe des saules, projet de travaux pour améliorer l'alimentation en eau. Pour les étrépages, des pistes sont étudiées concernant la réutilisation de la tourbe par des entreprises horticoles locales ;

➲ Pose de seuils sur les rus alimentant le site pour mieux retenir l'eau ;

➲ Travail de concertation avec les agriculteurs pour la mise en place de zones tampons sur le pourtour du site (bandes enherbées d'environ 5m de large).

Importance des partenariats

➲ **Conseil général du Val d'Oise :** finance l'intégralité des travaux et de l'entretien, maîtrise d'ouvrage directe et suivi pour les travaux d'investissement ;

➲ **Conseil général de l'Oise :** participation financière aux travaux au prorata de la superficie correspondante ;

➲ **PNR du Vexin français :** initiateur du programme de restauration, gestionnaire pour le compte du Conseil Général du Val d'Oise pour la gestion et l'entretien courant, la surveillance, le suivi scientifique et la maîtrise d'œuvre de travaux ;

➲ **ONF :** réalisation du document d'aménagement forestier ;

➲ **Syndicat intercommunal de gestion :** organe décisionnel des interventions sur le site, en convention avec les deux Conseils Généraux et le PNR ;

➲ **Communes :** propriétaires du site géré ;

➲ **Syndicat de rivière :** maîtrise d'ouvrage des travaux sur l'hydraulique liés aux rus, dans le cadre d'un contrat de bassin ;

➲ **Fédérations départementales des chasseurs du Val d'Oise et de l'Oise :** gestion de la chasse et des chemins.

NOUS AVONS NOTÉ

- Des opérations de fauche, de débroussaillage et d'étrépage favorables à l'amélioration de la valeur patrimoniale du site
- Les limites de la gestion liées à l'alimentation en eau du site. Des améliorations peuvent être trouvées (étrépages d'envergure) mais cela engagerait certainement des frais très importants pour un résultat aléatoire, le site étant également étroitement lié à la nappe
- La complexité de l'évacuation des rémanents
- La multiplicité des partenaires, qui présente l'avantage d'une implication forte des acteurs locaux mais qui complexifie beaucoup les démarches (notamment par rapport à l'appartenance à deux régions)
- Des perspectives de gestion portant sur l'amélioration de l'alimentation en eau du marais et sur la mise en place d'un pâturage extensif



Élimination des ligneux en roselière

CONTACT

Françoise Roux,
chargée de mission environnement
Catherine Balleux,
technicienne environnement
Parc Naturel Régional du Vexin français
Maison du Parc
95450 THEMERICOURT
01 34 66 15 10
Sébastien Girard,
chargé de mission ENS
Conseil Général du Val-d'Oise
2, avenue du Parc
95032 CERGY-PONTOISE cedex
01 34 25 76 22

BIBLIOGRAPHIE

Cabinet d'ingénierie Aquatique, 2005 - Expertise hydraulique du marais du Rabuais.

Conservatoire botanique du bassin parisien, 2005 - Inventaire botanique et phytosociologique, 42 p.

ECOSPHERE, 1999 - Diagnostic écologique et propositions de gestion, Etudes et aménagement des milieux naturels, tomes 1 et 2.

ECOSPHERE, 2000 - Premiers résultats de suivi après travaux (botanique, odonates).

Moulin de Lucy, 2002 - Diagnostic du fonctionnement hydraulique du marais.

Office national des forêts, 2004 - Aménagement forestier 2004 2018, ONF, 30 p.

Office pour les insectes et leur environnement, 2005 - Inventaire odonatologique.

Office pour les insectes et leur environnement, 2005 - Inventaire entomologique.

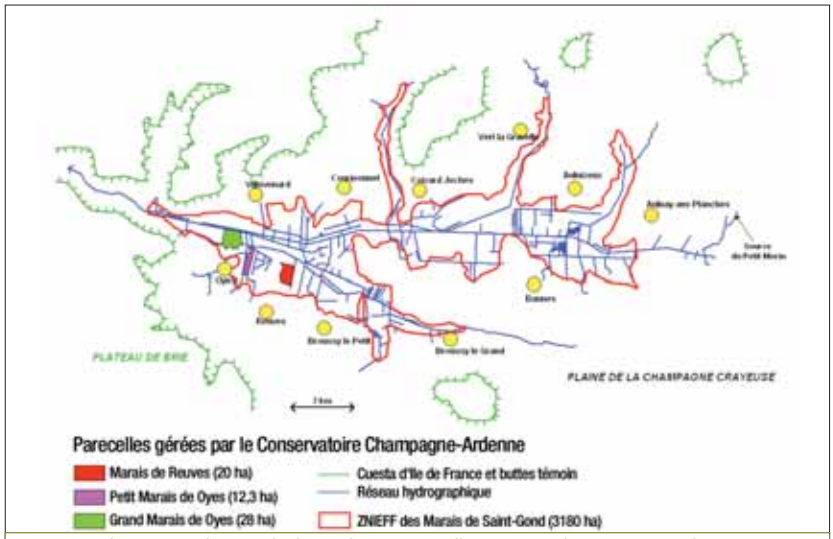


Marais de Saint-Gond

Gestion hydraulique
Pâturage extensif

Région : Champagne-Ardenne
Départements : Marne

Superficie de la zone humide : 3180 ha, dont environ 1800 ha de milieux tourbeux
Superficie du site géré : 60 ha
Statuts de protection ou liés à des inventaires : ZNIEFF de type I et ZICO « Les marais de Saint-Gond », SIC incluant la RNR de Reuves (64 ha)
Propriétaires : majoritairement privés
Gestionnaires : Conservatoire du Patrimoine Naturel de Champagne-Ardenne, Association Syndicale Autorisée (Syndicat de marais), Cellule d'Assistance Technique à l'Entretien des Rivières, Associations de chasse.
Groupements végétaux tourbeux ou para-tourbeux : magnocaricaies du *Magnocaricion elatae, cariçaies* à *Carex appropinquata*, prairies à molinie, marais à Cladium mariscus, boulaie tourbeuse, mégaphorbiaie.



Les marais de Saint-Gond : réseau hydrographique et parcelles gérées par le Conservatoire du Patrimoine Naturel de Champagne-Ardenne

PRÉSENTATION DU SITE

Les marais de Saint-Gond représentent la plus vaste tourbière alcaline de Champagne-Ardenne et possèdent une valeur patrimoniale très élevée. Bien qu'ayant subi d'importantes dégradations, des années de sécheresse estivale très marquées, ce marais est l'un des plus remarquables tant par son intérêt écologique que fonctionnel (qualité des eaux, limitation des crues) et social.
Les marais de Saint-Gond sont composés d'une mosaïque de milieux variés à forte valeur paysagère : cours d'eau, roselières, boisements naturels, plans d'eau… De nombreux étangs sont présents sur le site ; ils sont issus d'une extraction de tourbe aujourd'hui interrompue (depuis 2003).



Vue aérienne des marais de Saint Gond

Formation des marais de Saint-Gond

➲ Situés dans la vallée du Petit Morin, au pied de la côte tertiaire de l'Ile-de-France, limite entre la Brie et la Champagne crayeuse ;

➲ Reposent sur un substrat crayeux de 80 mètres d'épaisseur ;

➲ Issus de la stagnation de l'eau dans cette dépression, s'expliquant par la présence d'une couche imperméable argileuse qui recouvre la craie sous-jacente, et de la capacité d'évacuation des eaux insuffisante du Petit Morin.

Fonctionnement hydrologique

L'alimentation hydrique des marais de Saint-Gond a plusieurs origines :

➲ Précipitations atmosphériques ;

➲ Ecoulements de surface (affluents de rive droite et eau de ruissellement) ;

➲ Localement, apports d'eau saisonniers de l'aquifère crayeux (nappe libre) et des formations superficielles (nappe captive), qui représentent la majeure partie de l'eau disponible en surface ;

➲ Apports hydriques depuis les bassins versants voisins par l'intermédiaire de nombreuses émergences de nappe, se mêlant aux eaux contenues dans les formations superficielles.

Maîtrise foncière ou d'usage et protection réglementaire

Les parcelles du marais sont principalement constituées des propriétés privées.
Le CPNCA a acquis progressivement la gestion de 60 ha. La commune de Reuves a fait classer en Réserve Naturelle Volontaire (aujourd'hui RNR) 64 ha de marais, comprenant 20 ha gérés par le Conservatoire.



Bruant des roseaux, espèce protégée



Le cours du Petit Morin a été profondément modifié

Retenu en 1998 parmi les 38 sites « pilotes » Natura 2000 en France, les marais de Saint-Gond ne possèdent toujours pas de DOCOB validé par le comité de pilotage. De ce fait, aucun contrat Natura 2000 n'a été encore signé à ce jour.

USAGES ET FONCTIONS

Valeur biologique et écologique

Les marais de Saint-Gond présentent une mosaïque d'habitats très diversifiée et riche, expliquée par une hétérogénéité géologique qui offre un gradient d'humidité très large. En effet, la grève sous-jacente (formation d'altération de la craie) vient affleurer par endroits (1 à 3 m au-dessus du niveau topographique), définissant des enclaves sèches au cœur des marais (appelées « sécherons »).
Concernant l'avifaune, les marais de Saint Gond représentaient autrefois un site d'importance historique pour l'avifaune de France, et hébergeaient des milliers de couples d'espèces très rares. Depuis le début des travaux d'assèchement et encore aujourd'hui, les espèces liées aux milieux palustres disparaissent ou accusent une diminution. Le site garde néanmoins aujourd'hui un intérêt avifaunistique d'importance (131 espèces protégées, 18 inscrites sur la liste rouge des oiseaux menacés de Champagne-Ardenne, 2 menacées de disparition à l'échelle nationale).
A noter que les milieux sont très favorables aux amphibiens (importantes populations de rainette arboricole (*Hyla arborea*), présence du triton crêté (*Triturus cristatus*)) et abritent une entomofaune riche (odonates en particulier).

Valeur économique

- Autrefois source économique primordiale pour la population locale (pâturage, fauche, extraction de tourbe) ;
- Aujourd'hui, valeur économique très limitée (élevage minoritaire) ;
- Vocation piscicole et/ou cynégétique pour les étangs issus des fosses de tourbage ; activité de chasse la plus représentée dans le marais (grand gibier et faisan surtout) ;
- Pâturage aujourd'hui à nouveau développé par le CPNCA (valeur économique agricole potentielle importante pour la filière d'élevage).

MENACES ET ENJEUX DE PRÉSERVATION

Drainage et modification du réseau hydrographique

Les marais de Saint-Gond ont depuis très longtemps fait l'objet de vastes opérations de drainage. Les premiers travaux d'envergure furent entrepris au XVIIème siècle puis se poursuivirent et s'intensifièrent au XIXème siècle avec la création du Syndicat d'assèchement des Marais de Saint-Gond. Le réseau hydrographique naturel composé du Petit Morin et de ses quelques affluents a été profondément rectifié, recreusé et ensuite régulièrement curé. Il a de plus été complété par un nombre important de fossés artificiels qui recueillent et évacuent les eaux collectées par les drains.
La transformation des parcelles en pâture puis en culture a entraîné une diminution de 33% de la surface des marais entre 1947 et 1996.

Enjeu de gestion du niveau d'eau

L'Association Syndicale Autorisée (ASA) des Marais de Saint-Gond est en charge de la gestion des ouvrages hydrauliques qui se répartissent principalement sur le Petit Morin.
Autrefois, les dates d'ouverture et fermeture des vannes étaient en faveur des activités agricoles (ouvertes en hiver, fermées en été) pour permettre la mise en culture des terres gagnées dans les années 50.
Les années très sèches et le fort battement de la nappe ont incité les acteurs locaux à modifier leurs habitudes (ouverture de la vanne plus tardive dans l'hiver).
Bien que le marais ne fasse plus l'objet de nouveaux projets de drainage, celui-ci est particulièrement concerné par une période d'assèchement estival prolongée. Aussi, la gestion du niveau d'eau est-elle la problématique la plus importante pour la préservation des marais de Saint-Gond. Toute la difficulté est de définir un niveau d'eau assez élevé qui puisse permettre la bonne conservation du marais mais qui, en parallèle, n'affecte pas les parcelles agricoles adjacentes en période de travail des sols. Jusqu'à présent, la question de la gestion de l'eau a cristallisé les débats sans qu'un consensus puisse être trouvé

Dynamique naturelle de boisement

La dynamique d'envahissement par les ligneux est la deuxième grande problématique des marais de Saint-Gond. Le pouvoir colonisateur des saules, déjà très fort, est accentué par la période d'assèchement estival de plus en plus marquée.
L'écobuage, largement pratiqué autrefois, est encore mis en œuvre par certains propriétaires privés tous les 2 ou 3 ans mais de manière « non officielle » sans respecter l'arrêté préfectoral fixant les conditions de sa réalisation.
Face au manque d'éléments scientifiques sur les véritables impacts de l'écobuage, le CPNCA ne souhaite pas retenir dans le cadre du document d'objectifs l'écobuage comme mode d'entretien principal. En revanche, ce mode de gestion pourrait être expérimenté sur quelques secteurs « pilotes » en vue de suivre les effets sur le milieu.

Autres menaces

• **Perturbation** de la qualité de l'eau du marais par les pesticides ou intrants chimiques issus des activités agricoles et du vignoble du Champagne situé à proximité du marais ;

• **Sédimentation et comblement** des cours d'eau par des eaux chargées en matières en suspension (favorisées par les grandes surfaces agricoles).

• Collaboration avec les agriculteurs
Depuis 1997, le CPNCA met à disposition environ 45 hectares de marais à 3 agriculteurs qui font pâturer leur troupeau de vaches de race Prime Holstein ou Charolaise, en contrepartie du respect d'un cahier des charges précis. Ce choix permet aujourd'hui de sensibiliser les acteurs locaux au pâturage en zone humide, aujourd'hui largement déconsidéré par les agriculteurs.

• Pâturage en régie
Le CPNCA a acquis en 1998 un troupeau de Highland Cattle (un taureau et trois vaches). Le Petit marais de Oyes (~ 10 ha) a ainsi été pâturé de 1998 à 2004. Cependant, l'envahissement des ligneux n'a pu être que partiellement limité par la pression du pâturage, la parcelle était déjà largement envahie par les saules et affectée par un fort assèchement par les fossés adjacents.



La gestion des niveaux d'eau constitue l'enjeu principal de la préservation des marais



Highland Cattle - Vaches charolaises en pâture sur la commune d'Oyes

Gestion de la végétation ligneuse

• Débroussaillage manuel de saules : une opération insuffisante
Les résultats de cette méthode restent très médiocres étant donné le fort pouvoir de rejet du saule (nouvelles opérations de débroussaillage nécessaires). De plus, les surfaces débroussaillées sont généralement restreintes et ne permettent donc pas une mise en œuvre généralisée à l'échelle de grands secteurs comme les marais de St-Gond.

• Arrachage d'une saulaie à la pelle-marais : des résultats probants
Les résultats sont très convaincants : suite à la remise en lumière du secteur débroussaillé, les cortèges floristiques typiques se sont immédiatement développés. L'arrachage, réalisé en hiver, permet de limiter remarquablement les repousses de saules et induit une diversification du milieu par la création de micro-dépressions.

• Devenir des rémanents : un problème récurrent
Face aux énormes volumes extraits, il reste difficile d'envisager un brûlage sur tôle de la totalité des rémanents. Une exportation est souvent rendue impossible (risque d'enlisement, inaccessibilité). Parfois, à défaut de brûler sur tôle, les rémanents sont simplement mis en tas sur les secteurs les moins intéressants écologiquement. Le Conservatoire essaie de jouer la carte de la filière bois-énergie en faisant broyer les rémanents. Cependant, cette filière n'en est qu'à ses débuts en Champagne-Ardenne et les volumes obtenus après broyage restent assez faibles dans le cas de jeunes saules.



Chantier d'arrachage sur le Petit Marais en 2006



Roselière dégradée et piétinée par le passage des animaux

INVENTAIRES ET SUIVI

Suivi des effets d'un décapage superficiel

Lors d'une opération de restauration d'un secteur partiellement embroussaillé par les saules à la pelle mécanique sur un secteur très humide, les chenilles de la pelle mécanique ont fortement remué le sol et remis à jour de la tourbe à nu sur une grande surface. Le suivi mis en place permet de constater qu'en quelques années seulement, les cortèges floristiques dégradés ont évolué vers la magnocariçaie à *Carex appropinquata*, formation typique des marais de Saint-Gond et aujourd'hui très rare en Champagne-Ardenne.

Suivi des effets du pâturage sur la végétation et l'avifaune paludicole

• Suivi des effets du pâturage sur la végétation

Des placettes permanentes pâturées ou en exclos ont été installées afin de suivre précisément l'évolution du cortège floristique. Il en ressort les principaux éléments suivants.

➲ Nécessité d'aller au-delà de 0,5 UGB/ha sur certains secteurs (hétérogénéité de pression de pâturage) ;

➲ Présence de secteurs de zones humides délaissés par les animaux en raison de zones plus appétentes à proximité (sécherons à végétation prairiale) ;

NOUS AVONS NOTÉ

• La multiplicité des acteurs locaux directement ou indirectement concernés et la multiplicité des démarches (Natura 2000, SAGE, contrat territorial…), qui rend difficile l'émergence d'une politique cohérente et globale à l'échelle d'un si vaste territoire

• L'enjeu majeur de la gestion de l'eau, nécessitant une sensibilisation des acteurs locaux

• La problématique de l'élimination des saules sur de grandes superficies

• Un suivi des effets du pâturage sur les cortèges floristiques et sur l'avifaune, qui a démontré la nécessité de réajuster les modalités du pâturage et des problèmes liés à la protection de certains oiseaux

➲ Nécessité de diviser les parcs existants en enclos plus petits pour obtenir des pressions de pâturage suffisantes.

• Suivi des effets du pâturage sur l'avifaune paludicole (méthode IPA)

Le suivi met en évidence la forte présence d'espèces forestières ou très ubiquistes au détriment des espèces typiques de marais. Il montre également la difficulté sur certains parcs de concilier un pâturage extensif avec le maintien de l'avifaune paludicole (bruant des roseaux (*Emberiza schoeniclus*), phragmite des joncs (*Acrocephalus schoenobaenus*), locustelle luscinioïde (*Locustella luscinioides*), gorgebleue à miroir (*Luscinia svecica*) ainsi que des autres espèces patrimoniales (busard des roseaux *Circus aeruginosus,* bécassine des marais *Gallinago gallinago*…) en raison du piétinement des nichées par les animaux.

CONTACT

Pierre DETCHEVERRY
Chargé de mission département de la Marne,
Conservatoire du patrimoine naturel de Champagne-Ardenne
Hôtel de Communauté
Avenue Général Marguerite
51200 Epernay
Tel : 03 26 56 35 11
Mail : cpnca.51@orange.fr

BIBLIOGRAPHIE

DETCHEVERRY P., ZABINSKI D., 2005 – Suivi scientifique sur cinq ans des effets du pâturage, état des lieux. Conservatoire du patrimoine naturel de Champagne-Ardenne, 61 p + annexes.

MOULINAT J., 2002 – Plan de gestion 2003-2007 du Grand Marais et Petit Marais de Oyes. Conservatoire du patrimoine naturel de Champagne-Ardenne.

MOULINAT J., 2002 – Suivi scientifique d'une opération de décapage superficiel de la tourbière sur le Grand Marais de Oyes, Bilan 1997-2002. Conservatoire du patrimoine naturel de Champagne-Ardenne, 10 p + annexes.

SALAUN F., 2000 – La genèse et le fonctionnement actuel des marais de Saint-Gond, Introduction à l'Hydrologie et à l'Hydrogéologie. Mémoire de DEA, Université des Sciences et Technologies de Lille I, 116 p + annexes.

GEOGRAM, 1996 – Etude des tourbières alcalines de Champagne-Ardenne, Impact de l'exploitation de la tourbe sur la diversité biologique et la restauration des tourbières. Rapport d'étude. DRIRE & DIREN Champagne-Ardenne, 96 p.



Les grands volumes de rémanents rendent l'exportation difficile



Physionomie de la roselière 6 mois après décapage - Oyes



Vallée de la Somme

Pâturage extensif en réseau
Création de mares
Gestion des ligneux
Gestion hydraulique
Gestion par le feu
Gestion des espèces invasives
Etrépage, décapage

Région : Picardie
Départements : Somme, Aisne

Superficie de la zone humide : environ 20 000 ha, en majorité tourbeuse
Statuts de protection ou liés à des inventaires : plusieurs sites ZSC, 2 ZPS éclatées ; RN « Marais d'Isle » à Saint-Quentin et RN « Etang Saint-Ladre à Boves » ; 3 APPB : Grand Marais de Moreuil, Marais de la Chaussée-Tirancourt, « Grand Marais de la Queue » à Blangy-Tronville ; ZICO « Marais de la Somme » ; plusieurs ZNIEFF type I et une ZNIEFF type II.
Propriétaires : essentiellement des propriétaires privés et des communes ; plus ponctuellement, communautés de communes, CG Somme.
Gestionnaires de sites préservés : Conservatoire des Sites Naturels de Picardie, Communauté d'Agglomération de Saint-Quentin (RN des Marais d'Isle).
Groupements végétaux tourbeux ou para-tourbeux : Habitats aquatiques (*Magno-Potamion, Charion, Lemnion minoris, Nymphaeion albae,*), amphibies (*Phragmition, Carion lasiocarpae*…) jusqu'aux habitats forestiers (*Salicion cinereae, Alnion glutinosae* …), avec toutes les transitions des formations prairiales (*Caricion davallianae*), des mégaphorbiaies (*Thalictro-Flipendulion*), cariçaies (*Caricion acutiformis-ripariae, Caricion rostratae*). Mosaïques d'habitats aquatiques et terrestres oligotrophes (en régression) et de groupements méso-eutrophes ou eutrophes (en extension).



Vue aérienne du marais de la Chaussée-Tirancourt

PRÉSENTATION DU SITE

La vallée de la Somme constitue le plus vaste marais tourbeux alcalin de vallée de France, et peut-être du Nord-Ouest de l'Europe. Au cœur du plateau picard, la partie tourbeuse de la Somme et de ses principaux affluents tourbeux (Avre et Noye) s'étire sur environ 180 km depuis les sources jusqu'à Abbeville. Le fond de vallée, majoritairement tourbeux, occuperait une surface de l'ordre de 20 000 ha. Inscrites essentiellement sur des terrains crayeux, ces tourbières sont avant tout alimentées par des sources artésiennes carbonatées.

Artère fluviale majeure pour le nord du bassin parisien, au cœur de plateaux limoneux parmi les plus fertiles d'Europe, la vallée et son bassin versant ont été profondément anthropisés depuis des millénaires. La grande diversité biologique des marais résulte largement des multiples activités humaines qui s'y sont exercées : pâturage, fauche, exploitation de la tourbe, pêche, chasse, sylviculture, navigation... L'exploitation passée de la tourbe depuis le Moyen-Âge a généré la plupart des étangs actuels.

• Contexte et fonctionnement hydrologiques

Dynamique hydrographique des marais

Les marais du complexe alluvial de la Somme sont essentiellement alimentés par la nappe de la craie : soit directement via des sources dans les marais tourbeux eux-mêmes, soit via la rivière Somme et ses affluents, dont la nappe de la craie alimente les sources pour l'essentiel (sources artésiennes). L'Avre est aussi alimenté en partie par des sources. L'impluvium de la tourbière est donc immense : l'ensemble de la vallée de la Somme, longue de 192 km, recueille les eaux d'un bassin-versant de 5 500 km^2.

Plans d'eau

Les anciennes carrières de tourbe ont généré de très nombreux plans d'eau. Certains parmi les plus anciens et étroits sont aujourd'hui totalement comblés et revégétalisés (tremblants boisés). En Haute Somme, la vallée est une succession de chaussée-barrages, régulièrement surélevées au fil des siècles pour compenser l'envasement, créant de vastes plans d'eau à fonds et abords plus ou moins tourbeux. D'autres étangs sont encore alimentés par des sources, qui leur offrent une bonne qualité physico-chimique générale. D'autres sont directement connectés à la Somme ou à des fossés reliés à la Somme, et présentent une qualité physico-chimique générale plutôt médiocre à mauvaise (fort envasement, eutrophisation).

• Maîtrise foncière et d'usage

Des milliers de propriétaires privés, des dizaines de communes et quelques propriétés d'autres collectivités se partagent les marais. Le Conseil Général de la Somme achète des marais tourbeux dans le cadre de sa politique des « Espaces Naturels Sensibles ». Leur gestion est ensuite confiée à des opérateurs locaux, notamment le CSNP. Le Syndicat des Anguillères fédère les activités de gestion des marais des propriétaires privés et publics de marais en haute Somme (curages, aménagements de berges…). Suite aux inondations de 2000-2001, l'Associa-tion d'Aménagement de la Vallée de la Somme (AMEVA) a été créée, essentiellement pour lutter contre les inondations.



Dryopteris cristata, espèce menacée en Europe]

VALEUR ET USAGES

• Valeur écologique

Les 20 000 ha de milieux tourbeux confèrent indiscutablement à la vallée de la Somme une valeur écologique d'ordre national à supra-national. Celle-ci abrite des habitats et espèces végétales remarquables et d'intérêt européen ou national (marais calcaires à *Cladium mariscus* et *Carex davalliana*, tourbières de transition et tremblantes, forêts alluviales résiduelles (*Alnion glutinoso-incanae*) etc.). On notera l'importance de la vallée de la Somme pour *Apium repens*, *Dryopteris cristata* et *Liparis loeselii* (une station), espèces menacées en Europe. Les nombreux oiseaux paludicoles nicheurs menacés (blongios nain, butor étoilé, busard des roseaux…) confèrent également à de nombreux secteurs un intérêt européen ou national, en particulier pour le blongios nain (environ 15% de la population nationale). Pour les insectes et le reste de la faune, la valeur écologique globale semble plutôt d'intérêt inter-régional à régional.

• Usages actuels

Chasse au gibier d'eau : activité très importante dans la vallée avec plusieurs centaines de huttes en activité au bord et dans les étangs, ainsi qu'au bord de mares spécialement creusées ; également chasse à la botte, notamment des bécassines sur des platières spécialement aménagées. Cette activité génère une pression très importante sur le coût du foncier.

Pêche : bastion régional de la pêche en eau douce : toujours très pratiquée ces dernières années, mais en régression qualitative du fait des problèmes d'envasement et de pollution.
De nombreux Habitats Légers de Loisirs (HLL), souvent illégaux, se développent conjointement à ces activités.

Populiculture : activité très importante ; les milliers d'hectares de peupleraies posent de nombreux problèmes paysagers, écologiques et cynégétiques.
Globalement, les années 1950-60 marquent dans toute la Vallée de la Somme le frein des exploitations pastorales et de récolte de bois de chauffage, ainsi que le point d'arrêt de la fauche des roseaux et des extractions traditionnelles. Les années 1960-70 marquent donc le virage de l'érosion de la biodiversité dans tous les milieux tourbeux.



Mare envasée à la Chaussée-Tirancourt

MENACES ET ENJEUX DE PRÉSERVATION

• Envasement et pollution des eaux

➲ La Somme et ses affluents sont d'une qualité physico-chimique très médiocre, malgré de récentes améliorations.

➲ Les étangs amont constituent de véritables bassins de rétention/décantation pour les MES et les polluants.

➲ Seuls les plans d'eau isolés des rivières et alimentés par des sources peuvent accueillir des milieux oligotrophes ou mésotrophes.

➲ Les plans d'eau en connexion directe avec la Somme ou l'Avre s'envasent très vite et sont souvent eutrophisés. Ces phénomènes sont sérieusement aggravés avec les accidents climatiques récents : inondations hexadécennales de 2000-2001, sécheresses de 2003 et de 2005…

➲ Les curages réalisés pour pallier l'envasement sont souvent catastrophiques car réalisés avec dépôt des boues sur les berges. Celles-ci perdent leurs connexions avec l'eau, s'eutrophisent et sont colonisées par des nitrophytes sociales envahissantes : orties, ronces, épilobes, etc.

• Forte régression de l'élevage

On compte de moins en moins d'éleveurs (surtout de bovins) dans le bassin de la Somme, notamment dans les zones céréalières intensives. Peu d'éleveurs sont enclins à mettre des bêtes dans des marais trop humides. La gestion des milieux tourbeux par pâturage extensif est donc difficile à mettre en place.

• Plantations de peupliers

➲ Les pâtures abandonnées risquent toujours d'être plantées si aucune autre utilisation n'est proposée.

Pour pallier la carence d'éleveurs en Picardie, une collaboration du CSNP avec le lycée agricole du Paraclet à Cottenchy près d'Amiens permet de disposer d'un troupeau itinérant d'une vingtaine de bovins rustiques (races nantaises et flamandes menacées). Le troupeau est mené en plein air intégral, avec compléments et affouragements hivernaux sur des parcelles de moindre valeur écologique. Le cheptel se reproduit bien (avec vêlage en extérieur) et s'accroît régulièrement. Les bovins sont menés en mixte avec un troupeau de chevaux Fjords (propriété d'une Communauté de Communes) sur une partie des sites. Les marais gérés ainsi sont en cours de reconnaissance comme parcelles d'agriculture biologique pour bénéficier du label AB sur la viande dans le but de la commercialiser avec une meilleure valeur ajoutée et une image de qualité. Cependant, cette excellente collaboration ne saurait compenser la perte des activités traditionnelles d'élevage

➲ De plus en plus de communes sollicitent cependant le CSNP pour réhabiliter le pâturage sur des marais communaux suite à l'abattage de peupliers (de moins en moins rentables et très critiqués par les chasseurs au gibier d'eau).

• Expansion des espèces invasives

Elle constitue un réel sujet d'inquiétude pour les marais tourbeux de la Somme. La principale espèce problématique est la Jussie (*Ludwigia grandiflora*). Posent également problème, la renouée du Japon (*Reynoutra japonica*), le buddléïa (*Buddleia davidii*), les asters (*Aster lanceolatus, A. novae-belgii*) et les solidages (*Solidago gigantea, S. canadensis*).

EXPÉRIENCES DE GESTION

Seuls quelques faits particulièrement marquants sont présentés ici, l'ensemble des problématiques de gestion ne pouvant être abordé en une seule fiche. Notamment, les opérations de déboisement/débroussaillement ne sont pas détaillées.

• Gestion pastorale des milieux

➲ 7 marais tourbeux alcalins sont pâturés en 2006 dans la Somme sur des sites gérés par le CNSP.

➲ D'autres marais tourbeux d'intérêt écologique entre Amiens et Abbeville sont gérés par pâturage (en général pour favoriser les activités cynégétiques), souvent équin, conduit par des communes ou des privés. Dans de nombreux cas, la pression pastorale n'y est pas optimale (sous pâturage ou surpâturage fréquents).

➲ On observe que le pâturage équin seul en marais tourbeux crée des irrégularités importantes de pression pastorale : il doit souvent être accompagné de fauche des refus. La solution idéale consiste à le compléter avec du pâturage bovin et un écharDonnage mécanique, surtout en années sèches.

➲ Le pâturage donne globalement de bons résultats sur les habitats de bas-marais, la flore turficole mais uniquement si les niveaux d'eau restent suffisants, surtout en début d'été ; un surpâturage des gouilles semble bienvenu pour la pérennisation des stations d'*Apium repens* (qui germe ou se développe de façon végétative sur les sols nus des bourbiers).



Bœufs nantais sur la RN de Boves

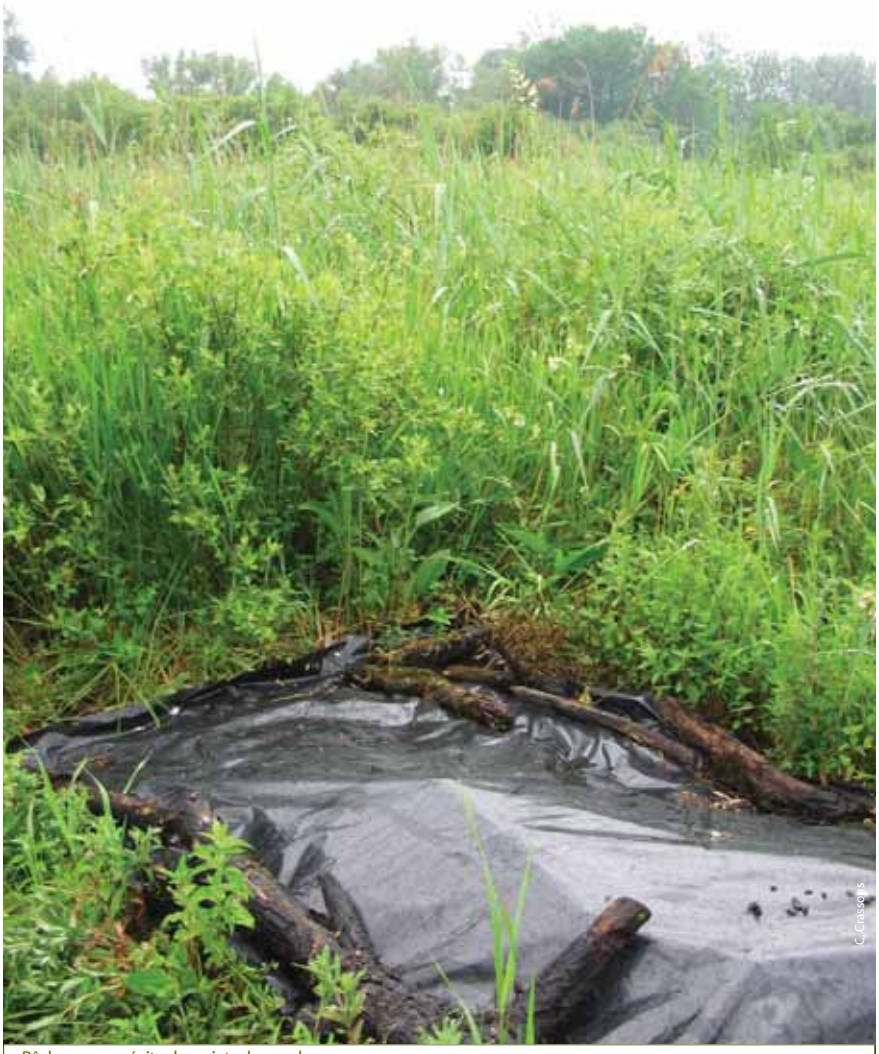


Pâturage mixte sur la RN de l'Etang Saint-Ladre

• Gestion par la fauche

La fauche est mise en œuvre sur tous les sites gérés sur les secteurs non pâturables, en particulier les tremblants non mécanisables.

➲ A Mareuil-Caubert, la gestion par fauche estivale permet une « explosion » des populations d'espèces remarquables comme *Fritillaria meleagris, Lathyrus palustris,*



Bâchage pour éviter les rejets de souche

Dactylorhiza praetermissa, Scorzonera humilis. Epipactis palustris est réapparu après 3-4 ans de fauche estivale.

➲ Sur des tremblants instables non mécanisables :

> la fauche donne de bons résultats pour Ranunculus lingua. La double fauche (estivale et automnale) est en cours de test ;

> les peuplements de *Carex lasiocarpa* et d'*Anagallis tenella, Utricularia minor* et *Sparganium minimum* dans les gouilles se développent ;

> à La Chaussée-Tirancourt, la fauche régulière d'un tremblant à sphaignes a favorisé l'apparition d'*Utricularia minor* et fortement dynamisé les populations de *Stellaria palustris, Lathyrus palustris, Carex rostrata, Epilobium palustre…*

➲ Concernant la faune, le passage de mégaphorbiaies/cariçaies denses à des bas-marais grâce à la fauche favorise le retour ou l'apparition de nombreux orthoptères, dont le rare criquet ensanglanté, et favorise les odonates dans les gouilles peu profondes auparavant envahies par les hautes herbes.

• Gestion des ligneux

➲ L'essouchage est une bonne méthode afin de limiter la reprise des saules, en particulier en secteur tremblant non pâturable. L'essouchage à la pelle-marais (souches repérables par un « tire-sève » de 1 m de haut) donne de très bons résultats. A La Chaussée-Tirancourt, les souches ont été arrachées, exportées puis enfouies par la pelle mécanique dans des trous creusés dans un remblai proche du site ; des gouilles et mares ont été façonnées. En 1-2 an(s), des réapparitions/augmentations de populations de potamot coloré, d'utriculaires commune, de laîches (jaune, verdâtre…), ont été notées, ainsi qu'une colonisation par de nouveaux odonates rares et des oiseaux d'eau en halte migratoire…

➲ Sur un autre site (Belloy sur Somme), les souches ont été arrachées puis enterrées « la tête en bas » par la pelle-marais directement sur place dans des trous creusés dans la tourbe ; la tourbe a ensuite été régalée pour créer des conditions favorables au développement d'une roselière inondée, en bordure d'étang, pour le retour du Butor étoilé. L'économie de l'exportation ou du brûlage est importante. Au bout d'un an, la Grande Douve, le Scirpe des lacs et la typhaie… se redéveloppent.

➲ Des tests de dévitalisation des souches de saules sont en cours depuis 2005 avec plusieurs méthodes « naturelles » : gros sel, brûlage, bâchage...

• Gestion par le feu

➲ Le brûlis des roselières plus ou moins envahies de saules et de mégaphorbiaies était autrefois un mode de gestion traditionnel dans toute la vallée de la Somme. Les témoignages recueillis montrent que, la plupart du temps, le feu était mis aux tiges sèches de phragmites en hiver, lorsque le marais était recouvert d'au moins une fine pellicule d'eau.

➲ A Mareuil-Caubert près d'Abbeville (80), quelques ares de marais tourbeux alcalins sur tremblants ont fait l'objet d'expérimentations en 2005 et 2006 par le CSNP. Les produits de fauche des bas-marais ont été séchés, mis en andains, puis brûlés sur place (en septembre) par un feu courant. Les suivis faune et flore sur 2 ans ont permis de voir que l'impact semblait nul (ni positif, ni négatif). Le gain de temps (donc d'argent) par rapport à la coûteuse exportation hors du site est appréciable. Ce système de gestion semble donc plutôt bien adapté à ce type de milieu pauvre en faune sensible.

• Restauration et creusement de mares et de gouilles



Mare d'essouchage sur le marais de la Chaussée-Tirancourt

Sur de nombreux sites, des mares et gouilles ont été créées en pente douce, notamment à l'occasion de travaux d'essouchage. Ces travaux donnent le plus souvent de très bons résultats écologiques :

➲ développement d'herbiers aquatiques (characées, utriculaires, *Sparganium natans,* potamots dont *P. coloratus* par exemple dans les RN de Saint-Quentin et de l'Étang Saint-Ladre) ;

➲ développement de végétations amphibies (*Ranunculus lingua, Anagallis tenella*, tapis de diverses *sphaignes, cariçaies* à *Carex lasiocarpa,*…) et de groupements terrestres pionniers sur tourbe (à *Carex viridula, Samolus valerandi, Cyperus fuscus, Pedicularis palustris, Apium repens, Triglochin palustre, Menyanthes trifoliata*...) ;

➲ pontes d'odonates rares et menacés (*Orthetrum brunneum, O. coerulescens, Sympetrum danae*…) ;

➲ fréquentation par les oiseaux d'eau migrateurs et nicheurs.

La prolifération par des algues filamenteuses dans les plus petites gouilles peut être problématique.
De simples décapages superficiels dans des dépressions atterries suffisent parfois : la banque de graines peut alors s'exprimer et des cortèges de bas-marais reviennent en quelques années.
Des mares ont été recreusées/reprofilées en plusieurs sites, permettant le maintien et/ou le développement de populations d'amphibiens, d'odonates, de plantes aquatiques et amphibies rares et menacées (*Scirpus tabernaemontani* et *S. lacustris, Samolus valerandi* ; des pionnières sont apparues après le creusement, et ont régressé voire disparu au bout de 2-3 ans, comme *Carex viridula*).

• Décapage, étrépage

➲ De nombreuses expérimentations d'étrépage et décapage ont été menées sur des placettes de 15-20 m² pour retrouver des niveaux de sols plus tourbeux et plus humides.

➲ A Mareuil-Caubert, 4 placettes ont été étrépées à des profondeurs de 10 à 25 cm. Les moins profondes ont été rapidement colonisées par des bas-marais à petites Laîches (*Carex flava, C. lepidocarpa, C. panicea*) accompagnées de *Peucedanum palustre, Lathyrus palustris.*

Sur les placettes les plus profondes, au bout de 2 ans, la recolonisation se fait surtout par la phragmitaie, avec au pied le retour d'Utriculaires et d'herbiers à characées.

Dans la RN de l'Étang Saint-Ladre, des décapages visant à favoriser la reproduction d'espèces pionnières menacées (*Carex viridula, Samolus valerandi, Eleo-charis acicularis, Ophioglossum vulgatum*…) n'ont pas permis de pérenniser, 10 ans après, ces peuplements de bas-marais, et ce malgré des fauches et/ou du pâturage. Les niveaux d'eau trop bas depuis des années et les inondations eutrophisantes de 2001 ont probablement contrecarré l'effet positif de ces décapages.

➲ A Belloy-sur-Somme, un décapage superficiel visant à favoriser l'Ache rampante (*Apium repens*) n'a pas donné les résultats escomptés (probablement du fait d'un pâturage équin insuffisant sur les placettes et de sécheresses récurrentes).

• Gestion hydraulique

➲ Des poses de seuils ont permis d'augmenter le niveau des eaux dans les étangs et roselières. Notamment, des objectifs de restauration de roselières inondées à butor étoilé et autres oiseaux paludicoles, ainsi que le maintien de niveaux d'eau suffisants pour les groupements aquatiques et amphibies, nécessitent de relever les niveaux d'eau de plusieurs dizaines de centimètres.



Arrachage de Jussie, Belloy-sur-Somme

➲ A Blangy-Tronville, le rehaussement du niveau d'eau d'un fossé a probablement permis le retour de nombreuses Utriculaires vulgaires fleuries.

➲ Dans certains marais, des connexions avec des étangs pollués ont été bouchées, ainsi que des connexions avec le cours d'eau trop pollué et chargé en MES (RN de l'Étang Saint-Ladre).

Un test de désenvasement sur environ 1000 m² autour de sources de bonne qualité comblées par la vase a été réalisé début 2006 (période de hautes eaux) par une suçeuse sur la RN de l'Etang Saint-Ladre. Les boues sont stockées dans un bassin en l'attente d'une valorisation agricole.

➲ Les opérations de travaux en zones humides soumis à la loi sur l'Eau font l'objet de dépôts de dossiers administratifs auprès des services de l'Etat concernés.

• Gestion des plantes invasives

➲ Des actions importantes de lutte contre la Jussie (Ludwigia grandiflora) (arrachage depuis les berges en barque et en canoë, pose de grillages en surface contre la dissémination des fragments…) et de sensibilisation des propriétaires et utilisateurs (pêcheurs, chasseurs…) sont en cours par le CSNP, essentiellement en moyenne Somme, en collaboration avec le CBN de Bailleul et les communes. Dans les Hortillonnages, la Communauté d'Agglomération d'Amiens a fait procéder à de vastes campagnes d'arrachage, qui ont fait régresser les principales populations, mais n'ont pas éradiqué les petits foyers de dissémination.



Menyanthes trifoliata peut apparaître dans les gouilles créées

Des petites fosses de tourbage ont également été créées au grand louchet selon la méthode traditionnelle. Ces expérimentations à la fois ludiques et scientifiques donnent d'excellents résultats. En un ou deux ans, des espèces animales (brochets) et végétales patrimoniales sont apparues (Utricularia vulgaris, U. minor, Anagallis tenella, Sparganium natans, Carex distans).

➲ Les Asters (Aster lanceolatus, A. novae-belgii) et les Solidages (*Solidago gigantea, S. canadensis*) commencent à s'étendre de-ci de-là. Dans la RN de l'Étang Saint-Ladre et l'APPB de Blangy-Tronville, ces Solidages ont fait l'objet d'arrachages systématiques : les tâches naissantes ont été éradiquées.

Les actions de restauration et de gestion des tourbières de la Somme sont permises grâce au soutien financier régulier de l'Union européenne (Feder), de l'Etat, de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie, du Conseil Régional de Picardie et du Conseil Général de la Somme. Elles s'appuient également sur la qualité des partenariats locaux avec les communes et les usagers des sites.

CONTACT

Conservatoire des Sites Naturels de Picardie
Rémi FRANÇOIS (responsable Scientifique),
1 place Gingko,
80044 Amiens Cedex 01
Tél. : 03 22 89 63 96
tel direct : 03 22 89 84 25 ;
mail : r.francois@conservatoirepicardie.org

Vincent CHAPUIS, Yann DUFOUR,
Sébastien MAILLIER,
Gwénaële MELENEC
(équipe Somme)

Emmanuel DAS GRAÇAS
(équipe Aisne),

BIBLIOGRAPHIE

CHOISNET G., DUHAMEL F . BOULLET V., 1997 - Synthèse bibliographique floristique et phytocoenotique de la Haute-Vallée de la Somme (Corbie à Croix-Fonsommes), Statut actuel et passé, évolution du patrimoine végétal. Rapport, Centre Régional de Phytosociologie/Conservatoire Botanique National de Bailleul, Conservatoire des Sites Naturels de Picardie, 112 p. + annexes.

CONSERVATOIRE DES SITES NATURELS DE PICARDIE/COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION DE SAINT-QUENTIN, 2006 - Plan de gestion 2006 – 2010 de la Réserve Naturelle des Marais d'Isle à Saint Quentin (02) – Doc. de travail PDF, vers° de nov. 2006.

DEHONDT F. et al., 2001 – Plan de gestion 2002-2006 du Marais de Tirancourt (Somme). Conservatoire des Sites Naturels de Picardie. 58 p. + annexes.

DUFOUR Y., MAILLIER S., 2006 – Plan de gestion 2006-2010 de la Réserve Naturelle de l'Etang Saint-Ladre à Boves (Somme). Version provisoire. Conservatoire des Sites Naturels de Picardie. 106 p. + annexes.

FRANCOIS R., 2005 – Les tourbières de Picardie. Présentation générale, intérêt patrimonial, problématiques de conservation/gestion. Conservatoire des Sites Naturels de Picardie. Janvier 2005. Doc. multicop. ; mis sur le site Internet du Pôle Relais Tourbières (Fédération des CEN de France) : www.pole-tourbieres.org

LEVEQUE P., LEGRIS S., MAILLIER S., DEHONDT F., 2003 – Plan de gestion 2004-2008 du Marais communal de Belloy-sur-Somme. Conservatoire des Sites Naturels de Picardie. Doc. multicop. 104 p. + annexes.



Démonstration du tourbage

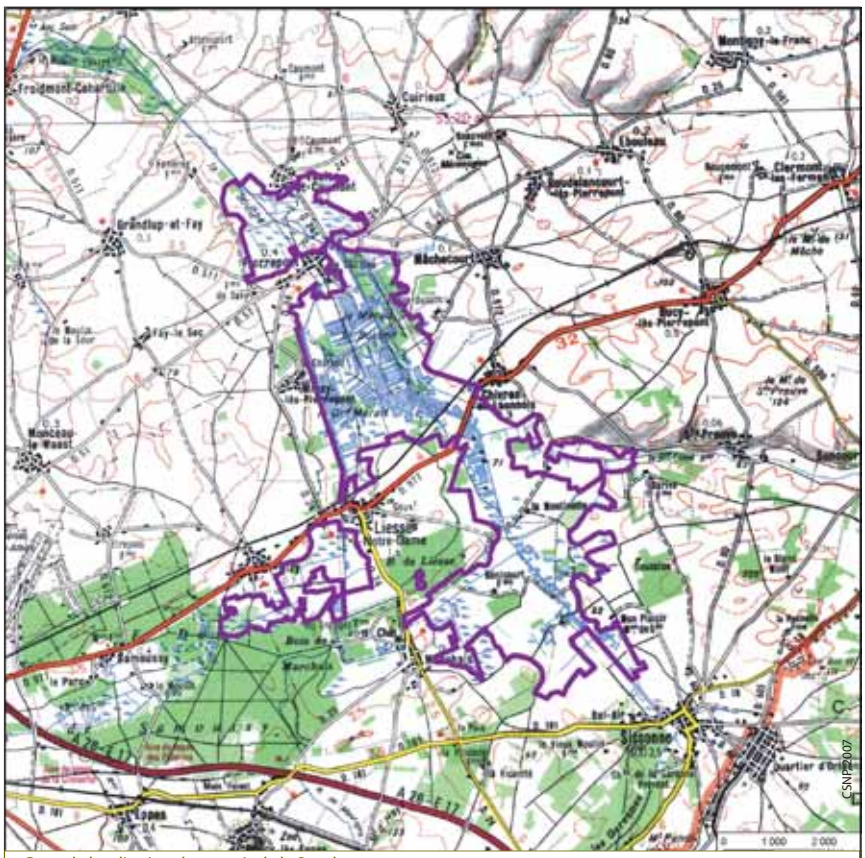


Marais de la Souche

Gestion des ligneux
Pâturage extensif
Etrépage Gestion hydraulique

Région : Picardie
Département : Aisne

Superficie du site : 3000 ha, dont 1800 ha environ véritablement tourbeux
Statuts de protection ou liés à des inventaires : site Natura 2000 : SIC « Marais de la Souche et Forêt de Samoussy » ; Réserve Naturelle du marais de Vesles-et-Caumont ; ZNIEFF I « Marais de la Souche » ; ZICO « Marais de la Souche ».
Propriétaires : Environ 700 propriétaires privés (2/3 du marais), communes, Conservatoire des Sites Naturels de Picardie (CSNP), Association syndicale des Marais Septentrionaux du Laonnois.
Gestionnaires : Association « La Roselière » pour la RN, CSNP (4 sites), Association pour le Maintien et la Sauvegarde des Activités Traditionnelles des Marais de la Souche (AMSAT).
Groupements végétaux tourbeux ou para-tourbeux : Marais calcaires à *Cladium mariscus*, tourbières de transition et tremblants, forêts alluviales résiduelles (*Alnion glutinoso-incanae*), tourbières basses alcalines.



Carte de localisation des marais de la Souche

PRÉSENTATION DU SITE

Les marais de la Souche constituent un vaste ensemble tourbeux typique des grandes tourbières alcalines des vallées alluviales du nord de la France.
Situés près de Laon, ils couvrent environ 3000 ha, et reposent essentiellement sur un substrat crayeux. La grande diversité biologique des marais a été maintenue en partie grâce à de multiples activités humaines qui s'y sont exercées : chasse, pâturage, exploitation de la tourbe...
Les pratiques agro-pastorales ont pendant plusieurs siècles modifié les paysages des marais de la Souche. L'exploitation passée de la tourbe est à l'origine de près d'un millier d'étangs. L'abandon des anciennes pratiques compromet aujourd'hui la pérennité de ces milieux palustres dans leurs formes actuelles.

• Formation des marais de la Souche

La dépression des marais de la Souche a probablement été creusée dans la craie au cours des différentes périodes froides du quaternaire. La base de la couche de tourbe daterait du tardiglaciaire. Les différents réchauffements qui ont suivi ces périodes froides postglaciaires ont entraîné le colmatage organique de la vallée. L'épaisseur maximale de tourbe avoisine les 6 m.

• Contexte et fonctionnement hydrologiques

Les marais de la Souche sont parcourus par deux rivières, la Souche et son affluent la Buze. Avant leur canalisation, ces deux



Vue aérienne du marais de Chivres



Fossé de drainage

rivières méandraient largement et passaient par une série de sources où se maintiennent encore aujourd'hui des herbiers à potamot coloré (*Potamogeton coloratus*).

Dynamique hydrographique des marais

La principale source d'alimentation en eau des marais est la nappe de la craie.

L'alimentation en eau se fait par débordement de la nappe sur les marges du marais et par des sources artésiennes (jaillissant à la surface, sous l'effet de la pression hydrostatique) à l'intérieur.

Les principaux émissaires des marais de la Souche ont été recalibrés, rectifiés et redressés en vue de leur assèchement au XIX^{ème} siècle. Régulièrement faucardés, ils jouent un rôle de drain considérable pour le marais. L'ensemble du réseau hydrographique se présente globalement sous la forme d'un maillage orthogonal de fossés.

Plans d'eau

De par l'extraction de la tourbe ou la création d'étangs de loisir, les plans d'eau sont aujourd'hui légion. Certains sont alimentés par des sources plus ou moins continues, ce qui leur confère une qualité physico-chimique proche de celle de la nappe de la craie. Certains fonctionnent plus indépendamment, du fait de la mauvaise perméabilité de la tourbe, et engendrent des milieux originaux.

• Maîtrise foncière et d'usage

Environ 700 propriétaires privés se partagent les 2/3 des marais, le reste appartient aux communes. Le Syndicat des Marais Septentrionaux du Laonnois (syndicat de propriétaires), qui est propriétaire de 160 km de fossés, a pour rôle l'entretien de ce réseau.

VALEUR ÉCOLOGIQUE ET USAGES

Une valeur écologique d'ordre national à supra-national

Les marais de la Souche présentent une grande diversité de groupements végétaux, depuis les habitats aquatiques et amphibies jusqu'aux habitats forestiers avec toutes les transitions des formations



La Roselière, RNN Marais de Vesles et Caumont

Gentiane pneumonanthe



Envahissement par les ligneux : saules cendrés, bouleaux et trembles

prairiales, des mégaphorbiaies et des cariçaies. Les habitats aquatiques et terrestres oligotrophes régressent, tandis que les groupements méso-eutrophes ou eutrophes sont en extension. La richesse écologique des marais réside, entre autres, dans les éléments suivants :

- Présence d'importantes populations d'odonates, en particulier de la leucorrhine à large queue (*Leucorrhinia caudalis*),
- Maintien de populations de butor étoilé (*Botaurus stellaris*), de blongios nain *(Ixobrychus minutus*) et de busard des roseaux (*Circus aeruginosus*),
- Présence de cortèges d'habitats et d'espèces turficoles dont le dryoptéride à crête (*Dryopteris cristata*) et la grande douve (*Ranunculus lingua*),
- Possibilité de restauration de zones favorables aux oiseaux,
- Maîtrise foncière et d'usage et mesures de protection développées sur près de 10 % du territoire.

Un intense foyer de vie rurale partagé par de nombreux usagers

Chasse : activité très importante sur le site. Les chasseurs constituent un groupe social très structuré et puissant (71 huttes de chasse immatriculées).

Populiculture : pratique marquante dans le paysage des marais de la Souche, même si elle n'excède pas 300 ha. Les aménagements hydrauliques qu'elle entraîne nuisent toutefois sur une surface plus importante aux milieux qui l'environnent.

Pâturage : dans un contexte général de production céréalière et légumière, il reste une activité très périphérique, et se concentre sur quelques parcelles qui sont alors souvent surexploitées.

Une gestion conservatoire multi-sites qui s'inscrit dans de nombreuses démarches

- Plan de gestion de la RN du marais de Vesles-et-Caumont ;

- Procédure Natura 2000 ;

- Charte de l'Environnement du Département de l'Aisne ;

- Gestion d'un réseau régional de sites naturels (Contrat de plan Etat-Région) ;

- Gestion d'un réseau d'espaces naturels gérés et valorisés (Politique ENS du Département de l'Aisne et projet du Pays du Grand Laonnois) ;

- Politique d'intervention de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie ;

- Gestion « polynucléaire » (plan de gestion unique) de 4 sites gérés par le CSNP pour assurer une gestion cohérente en réseau.

Loisirs : occupent une place très importante. En bordure d'étang, les trop nombreux Habitats Légers de Loisirs (HLL), souvent disgracieux, posent problème, d'autant qu'ils s'accompagnent de clôtures, haies exotiques et autres aménagements indésirables.

Pêche : le domaine halieutique est de moins en moins attractif. La plupart des étangs sont pêchés.

MENACES ET ENJEUX DE PRÉSERVATION

- **Dynamique de boisement naturel :** elle fait suite à l'abandon des pratiques d'ouverture du milieu et est le phénomène majeur de banalisation des milieux palustres.
- **Plantations de peupliers :** elles constituent une menace permanente. Une attention particulière doit être portée aux dernières pâtures qui risquent fortement d'être plantées si l'activité pastorale cesse.
- **Risques d'assèchement du marais :** des étés secs, une volonté de drainer les marais, une exploitation inconsidérée de la ressource en eau sont autant de facteur d'assèchement des marais. Cependant, il existe aujourd'hui une réelle prise de conscience et plusieurs acteurs associent leurs efforts pour limiter les périodes de mise en assec.



Bretonne pie noire

➲ **Pollution des eaux et eutrophisation :** la Souche et la Buze sont d'une qualité très médiocre. Certains étangs subissent cette pollution. Les plans d'eau isolés des sources de pollutions supposées permettent le développement de milieux étroitement dépendants d'une bonne qualité des eaux (herbiers oligotrophes par exemple). L'eutrophisation provient également de la création et du curage des étangs de loisirs, où les matériaux extraits sont déposés sur les berges, enrichissant ainsi le milieu de manière considérable.

EXPÉRIENCES DE GESTION

• Gestion de la dynamique des ligneux : coupe de saules et de bouleaux

Le CSNP expérimente différentes méthodes de contrôle des ligneux

*La **technique du tire-sève** donne des résultats variables, qui dépendent notamment des niveaux d'eau : dans les secteurs très inondés ou trop peu inondés en hiver, le saule recèpe de la base.*

*L'**essouchage** constitue une méthode relativement efficace mais délicate et coûteuse. Dans les marais de la Souche, elle est à utiliser avec d'extrêmes précautions en cas de restauration de tremblants, car ceux-ci présentent des phénomènes d'acidification par les eaux de pluies, permettant le développement d'espèces acidiclines. Un essouchage important peut percer les tremblants et favoriser une inondation des tremblants par les eaux calcaires sous-jacentes. Les espèces acidiclines disparaissent alors.*

A noter qu'avec cette méthode, le devenir des souches reste problématique. Elles peuvent être rognées ou brûlées.

La coupe des saules s'avère plus problématique que celle des bouleaux :

➲ Difficultés d'intervention : les saules envahissent les milieux plus en eau, et l'accès au site et la manœuvre des équipes sont plus difficiles.

➲ Le bois de saule recueilli n'est quasiment jamais valorisable. Les bouleaux peuvent être stérés et valorisés comme bois de chauffage pour les riverains.

➲ La reprise des saules est souvent très forte. Une coupe mal faite, laissant au sol de nombreuses branches, favorise la reprise par bouturage. Sur sol inondé, la reprise se fait sur toute la surface des racines, qui sont dans ce cas particulièrement traçantes. La reprise de bouleaux est clairsemée et demeure facilement maîtrisable en entretien courant (coupe de rejets ou fauche).

➲ Le traitement des rejets de saules est très coûteux. Que ce soit par broyage, coupe ou fauche, la dynamique de reprise ne faiblit qu'au bout de six ou sept ans.

• Gestion par le pâturage extensif : des éleveurs rares et peu intéressés

Bien que le pâturage extensif se révèle le moyen le plus adapté pour contenir la croissance des ligneux, la disparition de l'élevage limite aujourd'hui les possibilités de partenariats avec le monde agricole : il est de plus en plus délicat de trouver des éleveurs qui acceptent de mettre un nombre suffisant de bêtes dans des marais. Par ailleurs, les races bovines élevées aujourd'hui sont essentiellement de type allaitant et concernent par conséquent des animaux trop lourds pour les sols tourbeux.
Il est donc nécessaire d'imaginer des formes alternatives de partenariats pour rendre le pâturage possible. C'est ce qui est mis en œuvre au niveau de la Réserve Naturelle où la collaboration renforcée entre le gestionnaire et plusieurs habitants du village, regroupés au sein d'une association, permet de mobiliser plusieurs chevaux Camargue et un troupeau de bovin de race Bretonne pie noire.

• Gestion hydraulique : une nécessaire cohérence des actions

1 500 ha de tourbière, plus de 160 km de fossés, 1 000 étangs, de nombreuses sources : une gestion hydraulique cohérente des marais de la Souche serait souhaitable

Il est probable que cette gestion devra être sectorisée et adaptée aux enjeux identifiés au plus près du terrain (enjeu piscicole, cynégétique, etc).
Une gestion cohérente et raisonnée des fossés est mise en place grâce aux actions et réflexions en commun du CSNP, de l'association La Roselière (gestionnaire de la RN de Vesles-et-Caumont), l'Association Syndicale des Marais Septentrionaux du Laonnois, de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie, de services de l'Etat (DDAF) et de différents acteurs et usagers locaux :

➲ Adaptation dès 2006 des campagnes de fauche et de faucardage par les gardes rivière de l'Association Syndicale aux périodes de floraison et de fructification des différentes espèces végétales remarquables (objectif d'extension des populations de grande douve et de préservation des herbiers à potamot coloré). Les gardes rivière participent pleinement à l'information des différents usagers curieux de comprendre les raisons de leurs nouvelles pratiques.

➲ Mise en place de seuils hydrauliques destinés à retenir plus longtemps les eaux de la tourbière en période d'étiage. Un seuil de 30 cm de haut permettait de remonter les niveaux d'eau sur une longueur de 150 m en amont hydraulique. Il n'est cependant pas souhaitable de conserver en eau de manière uniforme la totalité des marais (afin de préserver les zones concernées par l'arrivée d'eaux oligotrophes).

Problématiques d'envasement

La vitesse de comblement des étangs par sédimentation et progression des radeaux tourbeux a été estimée par le CSNP sur des étangs de Liesse-Notre-Dame, creusés au XIX^{ème} siècle. Elle a été évaluée à 0,8 cm à 1 cm par an, ce qui est relativement élevé.



Etang du Grand Marais de Liesse en cours de désenvasement partiel. La lame d'eau ne dépasse pas les 20-30 cm

Des opérations de rajeunissement partiel par curage des étangs communaux de Liesse sont en cours, via un contrat Natura 2000 piloté par le CSNP, pour maintenir ou développer les populations de leucorrhines, blongios nain, des habitats à utriculaire vulgaire, marisque, laîche filiforme, etc.

• Études et projets scientifiques

Le fonctionnement hydrologique des marais de la Souche a été particulièrement étudié, notamment sur le marais de Vesles-et-Caumont (d'un point de vue géologique, histologique, et hydraulique : suivi des niveaux d'eau de la nappe, écoulements souterrains…).
Dans le reste des marais, les équipements ont permis de comprendre les modalités de fluctuation de l'eau entre les rivières et la nappe superficielle d'une part, et les fossés affluents d'autre part. La démarche devrait s'étendre à Vesles-et-Caumont, afin de spatialiser les caractéristiques hydrologiques et hydrogéologiques de la nappe tout en permettant d'investir la population locale et plus spécialement les agents du Syndicat des marais.

L'aspect humain de l'évolution d'un tel milieu constitue un autre volet de recherche très important : comment les objectifs des sociétés humaines sont-ils conciliables avec une gestion d'espaces à forte valeur patrimoniale ?
Différentes recherches ont eu lieu pour tenter d'éclaircir le tissu assez dense des convoitises et des conflits sociaux dont les marais font l'objet. Un SIG, réalisé à l'échelle de la parcelle, en collaboration avec les partenaires locaux, est en train d'être élaboré et devrait permettre de définir de façon plus précise l'identité sociale, la valeur d'usage et économique des parcelles, entre elles et par rapport aux terroirs agricoles voisins.

CONTACT

Fabrice GRÉGOIRE et Jérôme CANIVÉ
Association pour le Développement des Recherches et de l'Enseignement sur l'Environnement (ADREE)
1 Chemin du Pont de la Planche
BP 19 Barenton-Bugny
02 930 LAON cedex 9
Tél. 03 23 23 40 77
Mail : adree@wanadoo.fr

Rémi FRANÇOIS et
Emmanuel DAS GRAÇAS
Conservatoire des Sites Naturels de Picardie (CSNP)
1 place Ginkgo - Village Oasis
80044 AMIENS cedex
Tél. 03 22 89 84 22
Mail : r.francois@conservatoirepicardie.org, e.dasgracas@conservatoirepicardie.org

Sébastien LECUYER
Association La Roselière Gestionnaire de la RN du Marais de Vesles-et-Caumont
2 rue du Fort 02350 Vesles et Caumont
Tél. 03 23 22 71 97
Mail : la.roseliere@wanadoo.fr

Arnaud JACQUET,
Association pour le Maintien et la Sauvegarde des Activités Traditionnelles des Marais de la Souche (AMSAT)
Berthe DELACHAMBRE,
Association Syndicale des Marais Septentrionaux du Laonnois

BIBLIOGRAPHIE

CANIVÉ, J., 1996 - Aspects socio-économiques de la promotion environnementale d'une zone humide française. Contribution à l'étude géographique des marais de la Souche (Aisne), Mémoire de DEA ETES, Université Paris 1, 60 p.

CANIVÉ, J., GRÉGOIRE, F. & SAJALOLI, B., 1996 - La gestion des eaux du marais de Vesles-et-Caumont (Aisne), Rapport d'étude, Communauté de Communes du Pays de la Serre.

Conservatoire des Sites Naturels de Picardie, 1999 – Programme concerté de conservation du patrimoine naturel dans les marais de la Souche – projet de document d'objectifs Natura 2000 au titre de la directive « Habitats », 113 p.

FRANÇOIS R., ANANIE C., 2004 - Marais de l'Abattoir et du Routy à Chivres-en-Laonnois (Marais de la Souche, Aisne). Plan de gestion 2005-2009 - Conservatoire des Sites Naturels de Picardie. Rapport. 66 p.

FRANÇOIS R., HAUGUEL J.-C., FRIMIN D., LEBRUN J., 2006 – Plantes sauvages remarquables des marais tourbeux alcalins de la Souche (Aisne) : observations 2001-2005 et premier bilan des actions de conservation. Bulletin de la Société Linnéenne Nord-Picardie. Vol. 23 : 78-96.

LA ROSELIÈRE, 2005 – Plan de gestion de la Réserve Naturelle du Marais de Vesles-et-Caumont, 171 p. + cartes + annexes.

LOUVET C., FRANÇOIS R., SPINELLI-DHUICQ F. (Ecothème) ; FRIMIN D., ANANIE C. (Conservatoire des Sites Naturels de Picardie), 2005 – Le Grand Marais à Liesse (Marais de la Souche, Aisne) : plan de gestion 2005-2009. Rapport. 88 p.

SAJALOLI B., 1993 – Les zones humides laonnoises, fonctionnement, usages, gestion. Thèse de Doctorat de l'Université Paris I dirigée par A. Godard, 629 p.

SAJALOLI B., CANIVÉ, J. & GRÉGOIRE, F.,- La carotte et le roseau, mutations récentes des paysages agraires à la limite des hydrosystèmes, communication présentée au colloque Principes écologiques de gestion des paysages agraires, 22-24 octobre 1997, Laboratoire de Biogéographie-Écologie, École Normale Supérieure de Fontenay-Saint Cloud, éd. du CNRS.

NOUS AVONS NOTÉ

• La question des relations entre les hommes et leur milieu, particulièrement évidente sur ce site. Véritables lieux de vie, les villages des marais de la Souche empiètent souvent dans l'aire palustre elle-même, quand il ne s'agit pas d'habitations dans le marais lui-même.

• Des actions concertées entre les nombreux acteurs pour une gestion cohérente des marais.

• Une importante pression anthropique, alors que les activités traditionnelles tendent à disparaître dans leurs formes anciennes.

• La question de la gestion des niveaux et de la qualité de l'eau, au centre de tous les débats.

• La question de l'alimentation d'une grande zone humide par un grand aquifère régional soumis à une importante demande en captages agricoles et en eau potable.

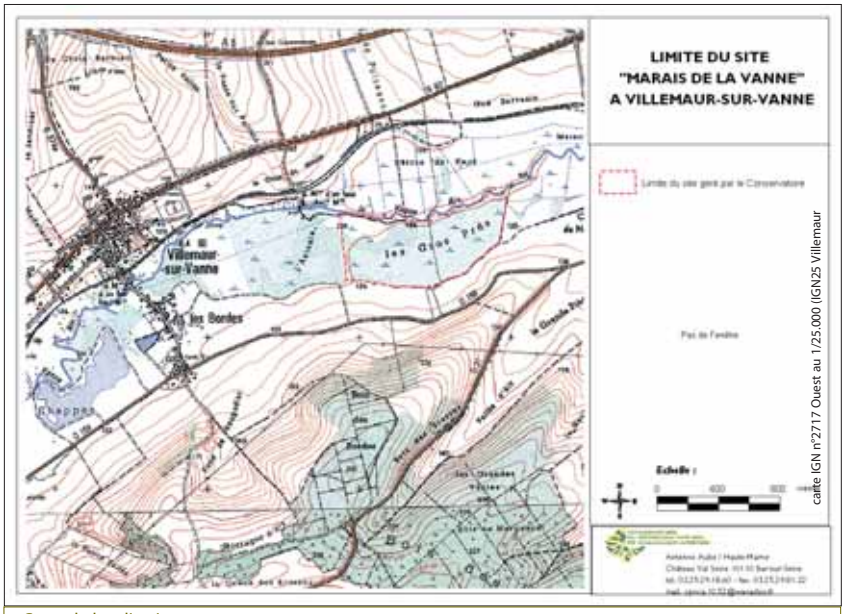


Marais de la Vanne

Pâturage extensif
Gestion des ligneux

Région : Champagne-Ardenne
Département : Aube

Superficie du site : 30 ha
Statuts de protection ou liés à des inventaires : APPB inclus dans un site Natura 2000 de 100 ha situé en ZNIEFF de type I
Propriétaire :
Commune de Villemaur-sur-Vanne
Gestionnaire : Conservatoire du patrimoine naturel de Champagne-Ardenne
Groupements végétaux tourbeux ou para-tourbeux : Phragmitaie et calamagrostaie en mosaïque (*Caricion davallianae*) (40%), mégaphorbiaie (*Filipendulo-Cirsion oleraceae*) (40%), aulnaie-frênaie (*Alnenion glutinoso-incanae*) (10%), magnocariçaie à Laîche paradoxale (*Caricion davallianae*) (3 %)



Carte de localisation

PRÉSENTATION DU SITE

Le Marais de la Vanne est une tourbière plate alcaline de fond de vallée. La Vanne se situe à la limite entre la Champagne Crayeuse au nord et le massif forestier du Pays d'Othe (complexes argilo-sableux) au sud. Le marais repose sur la craie du Crétacé. Cette craie repose sur des alluvions quaternaires issues de l'érosion des plateaux, eux-mêmes recouverts de limons (d'origine fluviale) assez tourbeux. Le marais est recouvert d'une épaisseur de tourbe de 1 à 3 mètres en moyenne. Le site fait partie d'un plus vaste ensemble marécageux de 100 ha environ.

Le marais est occupé par une végétation hygrophile (marais calcaire, molinaie, mégaphorbiaie, aulnaie). La végétation de tourbière basse alcaline (Caricion davalianae), bien présente sur le site, présente un faciès globalement dégradé (très peu d'espèces du groupement). La mégaphorbiaie occupe également une surface importante, en mosaïque avec des groupements de prairies à molinie sur calcaire et argile, qui évoluent rapidement vers la mégaphorbiaie. L'ensemble présente de nombreuses espèces nitrophiles. Le marais de la Vanne subsiste aujourd'hui essentiellement sur la rive gauche, entre deux villages. Il est entouré essentiellement de cultures (maïs en particulier) et de pâtures.

Contexte dans le bassin versant

Réseau hydrographique

Le marais de la Vanne dépend directement du régime et de la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines.

Les eaux de surface :
Les débits de la Vanne varient peu au cours de l'année et les crues sont nettement écrêtées. Le bassin versant de la Vanne, à cheval sur l'Aube et l'Yonne, couvre 996 km², dont 1/3 est recouvert par des forêts.

Comme la plupart des petits cours d'eau de Champagne Crayeuse, la Vanne est alimentée par la nappe de la craie dont sa qualité dépend.

Les eaux souterraines :
La circulation de l'eau au sein de l'aquifère est la résultante de deux régimes d'écoulement juxtaposés :

➲ une circulation de type « nappe », directement liée à la porosité de la craie et à la microfissuration. L'eau sature toute la masse du terrain aquifère et circule en régime laminaire. Cet écoulement régulier joue un rôle régulateur par écrêtement des crues et maintien du débit d'étiage de la Vanne.



Vue générale du marais de la Vanne


D. Zabinski, LPO Champagne-Ardenne, 2003

Cuivré des marais

➲ une circulation de type karstique au sein de chenaux souterrains dans lesquels l'eau circule en régime turbulent. Les résurgences sont nombreuses dans la vallée de la Vanne.
La superposition de ces deux régimes, de circulation souterraine, influe sur l'aquifère sénonien et turonien, dont le régime est directement lié au rôle régulateur joué par la craie.

Qualité de l'eau

Le secteur est classé « zone sensible à l'eutrophisation » et « zone vulnérable à la pollution par les nitrates d'origine agricole ». La teneur moyenne en nitrates de la nappe de la craie est de 30 à 35 mg/l et continue à augmenter chaque année. Certains captages présentent également des teneurs en produits phytosanitaires préoccupants.
Selon les critères du SDAGE Seine-Normandie, la qualité de l'eau de la Vanne reste cependant bonne.

Protection réglementaire, maîtrise foncière et d'usage.

Après une demande de classement en réserve naturelle dès les années 60 qui fut rejetée, le marais de la Vanne bénéficie en 1991 d'un Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope sur 30 ha, qui est géré par le CPNCA depuis 1996. Une démarche Natura 2000 est ensuite engagée ; le DOCOB a été validé en 2004.
Les terrains appartiennent à la commune de Villemaur-sur-Vanne et la maîtrise d'usage est partagée entre le CPNCA (bail emphytéotique de 18 ans 1996-2014) et l'association de chasse de la commune.

USAGES ET FONCTIONS

Valeurs écologique, scientifique et paysagère

Le marais de la Vanne présente des milieux assurant une épuration des eaux (réserves d'eau du Pays d'Othe permettant d'alimenter en eau potable la ville de Paris depuis plus d'un siècle par des aqueducs), et constitue un corridor écologique en secteur cultivé.
Le marais présente une valeur paysagère : il constitue un cordon boisé le long de la Vanne.
Le cortège floristique du site est remarquable : trois habitats d'intérêt communautaire, nombreuses espèces végétales de la liste rouge régionale, considérées comme rares ou très rares. Cependant, on constate depuis plusieurs années une


Ferment A., CPNCA, 2006

Le développement des ligneux constitue une menace importante pour les habitats de tourbière basse alcaline



Vaches charolaises en pâture sur la tourbière alcaline

dégradation de la valeur écologique du site avec disparition d'espèces.
L'intérêt ornithologique des marais de la Vanne est remarquable (espèces de la liste rouge régionale), mais le cortège d'espèces se révèle incomplet et dégradé, plusieurs espèces de grand intérêt ayant disparu au cours des 20 dernières années.
A noter la présence du Cuivré des marais (*Lycaena dispar*), espèce protégée au niveau national et figurant dans l'annexe II de la Directive Habitats.

Le marais de la Vanne fait partie des milieux tourbeux les plus remarquables de la région, et représente un site de première importance dans le département de l'Aube. Sa valeur réside également dans son appartenance à un réseau de zones humides et ses rareté et originalité dans la région.

Valeurs économique et pédagogique

Le marais est dépourvu de valeur économique et ne fait l'objet d'aucune mise en valeur par la pédagogie (un projet de sentier découverte lancé par la commune, trop peu soutenu par le Pays d'Othe, a échoué). Il présenterait en revanche une valeur archéologique (traces de la préhistoire).



Elimination des ligneux lors d'un chantier de jeunes par la LPO Champagne-Ardenne en 2001

MENACES ET ENJEUX DE PRÉSERVATION

La transformation des terrains alentours en cultures et le curage de la Vanne ont abaissé le niveau de la nappe et ont accéléré l'atterrissement du marais. L'assèchement et la minéralisation de la tourbe ont un impact difficilement réversible sur certains milieux. La baisse du niveau de la nappe phréatique constitue ainsi la principale menace.
Les drainages anciens et le pompage actuel se sont généralisés tout autour du marais dans les cultures. Le marais, de moins en moins inondé, est progressivement et rapidement envahi par la saulaie marécageuse. L'abandon des pratiques agricoles (fauche, pâturage) a accéléré le processus.
Actuellement, la gesse des marais (*Lathyrus palustris*), la laîche paradoxale (*Carex appropinquata*) et la fougère des marais (*Thelypteris palustris*) paraissent se maintenir mais pour une durée inconnue. Une étude hydraulique est souhaitable pour mieux comprendre les modalités de

l'alimentation en eau du marais et la profondeur de la nappe. À noter que la sècheresse de ces dernières années semble avoir favorisé le cirse des marais (*Cirsium palustre*) et accentué la minéralisation.

EXPÉRIENCES DE GESTION

Pâturage extensif bovin
Un pâturage extensif a été mis en place depuis 2001 sur les secteurs de tourbière alcaline. Une convention de mise à disposition à titre gratuit a été signée entre un agriculteur et le Conservatoire. La convention a été prévue pour 5 ans (2001-2006), et est en cours de renouvellement.

Une surface de 7 ha environ est pâturée par 20 Charolaises adultes et 10 veaux.

Un projet d'extension du pâturage extensif tournant sur les 30 ha de marais est en cours. La demande de financement Natura 2000 est en cours, pour l'acquisition et la pause de la clôture, ainsi que pour le débroussaillement préalable.

Jusqu'à présent, les opérations de fauche des refus par l'agriculteur n'ont pas été suffisamment suivies et vérifiées. Les modalités de pâturage ont également manqué de cadrage en raison d'un problème d'efficacité des clôtures (divagation des animaux).

Ces problèmes seront résolus par la procédure Natura 2000 et ses financements qui permettront :

- l'installation de nouvelles clôtures,
- la signature d'un contrat Natura 2000 avec l'agriculteur.

Gestion de la végétation ligneuse
Trois chantiers de bénévoles ont été réalisés entre 1996 et 2003 pour couper et recéper les bouquets de saules cendrés, ainsi que pour éliminer les bouleaux verruqueux implantés dans la roselière et la mégaphorbiaie.
Un chantier professionnel est en cours d'organisation (demande de financement Natura 2000 en cours) pour dessoucher, broyer et exporter 2 ha de saulaie.

Une opération d'étrépage a également été réalisée en 2001 lors d'un chantier de bénévoles sur une surface de 5 m². Malheureusement, le secteur n'a pas été suivi.

NOUS AVONS NOTÉ

- *Une forte dégradation du marais par assèchement et minéralisation de la tourbe*
- *Un manque de temps et de moyens financiers pour une gestion efficace du site*
- *Un manque de connaissance sur le fonctionnement hydraulique du marais*
- *L'attente d'une meilleure gestion du site grâce aux financements Natura 2000 en cours*

Face à l'assèchement et à la minéralisation de la tourbe, la solution serait de décaper les premières couches de tourbe minéralisées, mais le coût élevé et l'incertitude quant aux résultats sont prohibitifs. Une étude hydraulique concernant l'alimentation en eau de la tourbière et la profondeur de la nappe serait nécessaire.

CONTACT

Yohann BROUILLARD,
chargé de missions du département de l'Aube
Conservatoire du patrimoine naturel de Champagne-Ardenne
Château de Val Seine
10 110 BAR-SUR-SEINE
Tel : 03 25 29 18 60
Mail : cpnca.10.52@wanadoo.fr

BIBLIOGRAPHIE

Conservatoire du Patrimoine Naturel de Champagne-Ardenne, 2004 - Document d'Objectifs du site Natura 2000 n°37 : « Marais de la Vanne à Villemaur » (Aube). Document de synthèse - 70 p.
Conservatoire du Patrimoine Naturel de Champagne-Ardenne, 1996 - Plan de gestion du marais de la Vanne, Villemaur-sur-Vanne.

Quelques points de la convention :

- produits phytocides, phytosanitaires et fertilisation interdits,

- chargement maximum de 0,5 UGB par hectare pâturé et par an,

- pâturage tournant,

- complémentation en nourriture interdite,

- vermifugation effectuée hors du site et délai de 2 semaines avant le retour des animaux sur le site,

- broyage des refus du pâturage et du recépage des rejets des souches débroussaillées en fin de période de pâturage.

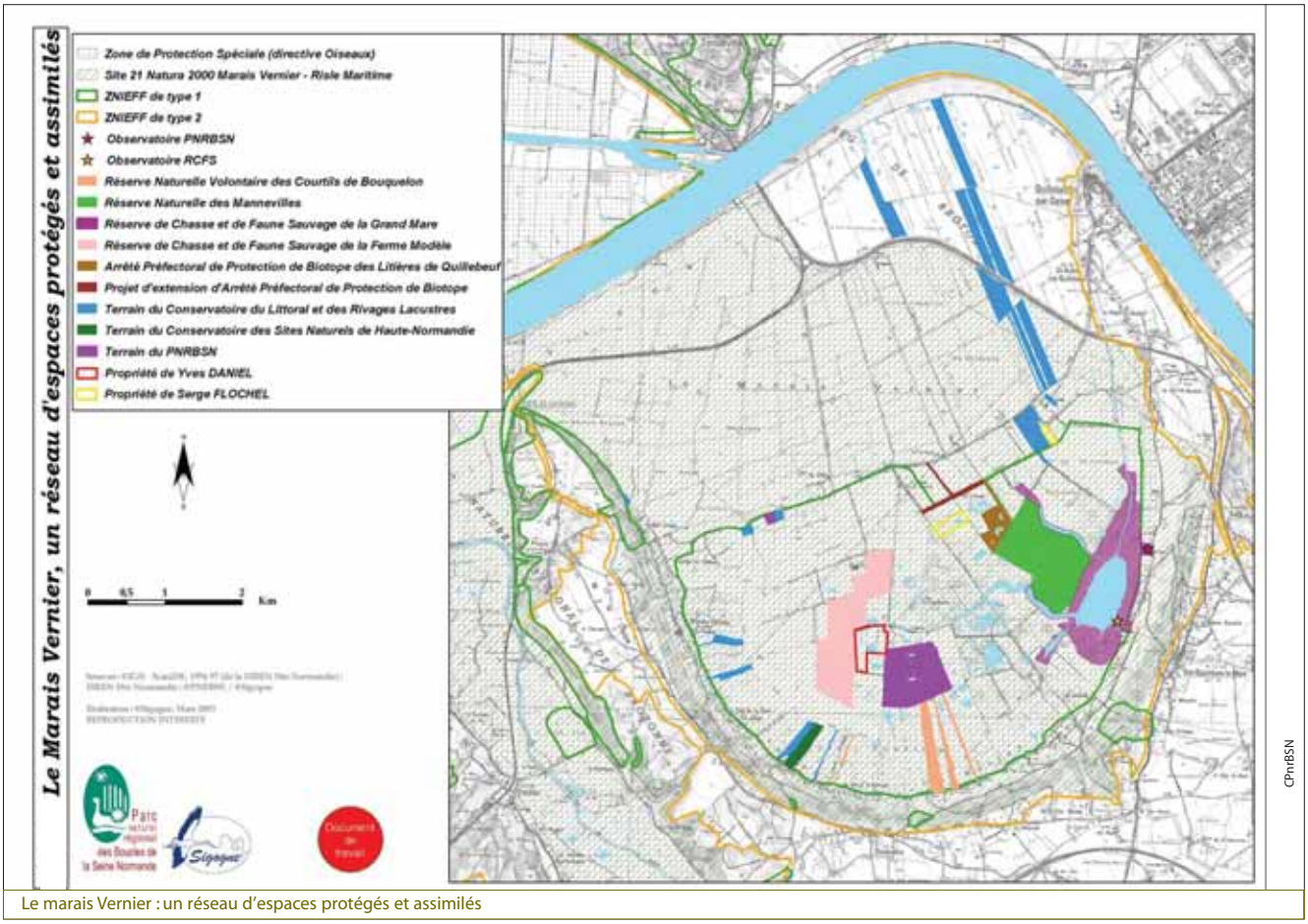


Opérations de débroussaillage par la LPO Champagne-Ardenne en 2001



Marais Vernier

Pâturage extensif
Désenvasement
Etrépage
Gestion hydraulique
Création de mares



Le marais Vernier : un réseau d'espaces protégés et assimilés

Région : Haute-Normandie
Département : Eure

Superficie de la zone humide : 4500 ha
Superficie des sites gérés : environ 1220 ha
Statuts de protection ou liés à des inventaires : ZNIEFF de Type I "Tourbière du Marais Vernier", Site Natura 2000 "Marais Vernier et la basse vallée de la Risle", ZPS, Site inscrit au titre de la loi de 1930 pour la conservation des paysages, RN des Mannevilles, APPB des Litières de Quillebeuf-sur-Seine, Réserves de Chasse et de Faune Sauvage de la Grand Mare et de la Ferme Modèle, RNR des Courtils de Bouquelon
Propriétaires et gestionnaires :
9ha90 : site des Courtils du marais Vernier, géré par le CSN de Haute-Normandie (acquisition et convention)
145 ha : réserve de chasse et faune sauvage de la Grand'Mare, propriété de l'ONCFS gérée par la Fédération départementale des chasseurs de l'Eure et le PnrBSN
85 ha : réserve de chasse et faune sauvage de la Ferme modèle, propriété de la Fondation nationale pour la protection des habitats français de la faune sauvage géré par le Fédération départementale des chasseurs de l'Eure
15 ha : APPB des Litières de Quillebeuf-sur-Seine, propriété privée gérée en liaison avec le PnrBSN (+7 ha de projet d'extension)
60 ha : RNV des Courtils de Bouquelon, propriétés privées gérées par l'Association des Courtils de Bouquelon
93 ha : RNN des Mannevilles, propriété acquise en 1973 par le Ministère de l'Environnement et gérée par le PnrBSN en voie d'extension au marais de Bouquelon
55ha : propriété du PnrBSN et gérés par le PnrBSN
251 ha : terrains du Conservatoire du littoral et des rivages lacustres
3 ha : propriété du PnrBSN à vocation principalement pédagogique
Groupements végétaux tourbeux ou para-tourbeux : tourbières alcalines, tourbières hautes actives, dépressions sur substrats tourbeux du *Rhynchosporion*, marais calcaires à *Cladium mariscus* et espèces du *Caricion davallianae*, prairie à *Molinia caerulea*, eaux oligo-mésotrophes à eutrophes (étangs, fossés), mégaphorbiaies hygrophiles, saulaie et aulnaie-frênaie.


Vue aérienne du marais Vernier

PRÉSENTATION DU SITE

Situé dans un ancien méandre de la Seine, le Marais Vernier est une vaste dépression semi-circulaire de 45 km², limitée au Nord par la Seine et au Sud par un coteau de plus de 100 m de haut marquant la fin du plateau crayeux du Roumois. Le paysage résulte des actions de l'homme pendant des siècles et des contraintes naturelles. Des endiguements (digue des Hollandais au XVIIème siècle et celle du XIXème siècle endiguant la Seine) puis des travaux à vocation agricole - plan Marshall à l'après-guerre sur la partie tourbeuse et mise en culture de 2000 ha de prairies sur les alluvions entre 1970 et 1990 - se sont ainsi succédés, figeant le cours actuel de la Seine et asséchant en partie le marais.

Le marais se divise ainsi en deux secteurs principaux : le marais ancien, essentiellement tourbeux au Sud et le marais moderne alluvionnaire au Nord.

Actuellement, on distingue dans le marais ancien une organisation en ceintures :
- l'habitat, en majorité de type traditionnel, est localisé au pied du coteau boisé ;
- une seconde ceinture correspond aux courtils (jardins) aux formes allongées et étroites ;
- le centre est partagé entre les larges parcelles des communaux et des espaces plus ou moins enfrichés du fait de la déprise agricole.

Les différentes limites sont marquées par les fossés et les haies.

Cet ensemble est encore fauché et pâturé sur environ la moitié de sa surface. Il a également une forte vocation cynégétique, 800 ha du marais étant voués à la seule chasse.

Le marais moderne alluvionnaire fait quant à lui l'objet d'une agriculture intensive.

Formation du marais Vernier

Comme c'est le cas des méandres de la Seine, la formation du marais est due aux grandes glaciations du Quaternaire qui sont à l'origine de l'encaissement de la vallée.
Au Pléistocène inférieur (il y a environ un million d'années), la Seine coulait à environ 60 mètres d'altitude. Puis des transgressions et régressions marines se succèdent. Dans le même temps, les méandres migrent vers l'aval, et toutes ces modifications finissent par former le coteau de pourtour du marais Vernier vers - 60 000 ans. A - 7 000 ans, la dépression se remplit d'alluvions et la tourbe commence à se former principalement au sud du site. Sa basse altitude a engendré la stagnation de l'eau et la création d'un étang ramifié : la Grand'Mare et ses différentes annexes.

Fonctionnement hydrologique

- Apports d'eau du marais principalement d'origine pluviale ;
- Seconde ressource en eau du marais : la nappe de craie (subaffleurante au pied du coteau) ;
- Excepté par la nappe alluviale du fleuve, le marais n'a pas de contact hydraulique naturel direct avec la Seine, ce qui garantit une meilleure qualité de l'eau dans le marais.
- L'eau de ruissellement du plateau et des coteaux est drainée jusqu'au fossé de ceinture par les drains bordant les Courtils. Ce fossé emmène l'eau collectée jusqu'à la Grand'Mare qui se vide ensuite dans la Seine.

La régulation des niveaux d'eau dans le marais est réalisée grâce à un clapet pour éviter l'entrée d'eau de Seine lors des marées et une vanne pour maintenir le niveau d'eau de la Grand'Mare. La gestion est réalisée par un Syndicat de Marais et un récent arrêté préfectoral vient de fixer des seuils au dessous duquel il est interdit de prolonger la vidange du marais.

USAGES ET FONCTIONS

Le site constitue l'une des plus grandes tourbières de France avec prés de 2000 ha de terrains tourbeux d'un seul tenant et des épaisseurs de tourbe pouvant atteindre 10 m. Son originalité est due, entre autres, à la présence d'une mosaïque de milieux acides et alcalins et à sa proximité de l'estuaire de la Seine déterminant quelques stations plus halophiles sur tourbe.
Situé dans la vallée de la Seine sur un axe Paris - littoral, entre Rouen et le Havre, le marais constitue une zone rurale au paysage traditionnel préservé pour le tourisme.
C'est un site de valeur internationale tant sur le plan de la biodiversité que pour les aspects biogéographique et fonctionnel.
Il présente une grande diversité de milieux de qualité.
De nombreuses espèces remarquables y sont inféodées, dont plusieurs espèces pour lesquelles ce site constitue la seule station de Haute-Normandie.
Le site accueille également de nombreuses espèces d'oiseaux.

Depuis 30 ans, **la prise de conscience progressive de la valeur patrimoniale du marais Vernier** et de sa dégradation a donné lieu à de nombreuses interventions en faveur de sa protection. Le marais fait l'objet de multiples statuts d'inventaires ou de protection, et implique un grand nombre de gestionnaires, en charge de préserver des terrains appartenant à de nombreux propriétaires.

MENACES ET ENJEUX DE PRESERVATION

Atteintes hydrologiques et abandon des milieux

Des logiques successives d'aménagements (dessèchement, endiguement, remembrement) ont contribué à dégrader le marais. Ainsi, le plan Marshall, par le drainage de la tourbière, a conduit à la minéralisation de celle-ci et à son tassement (perte de 35 à 70 cm d'altimétrie). Il en résulte l'apparition



Maïs et peuplier sont plantés dans le marais Vernier



de friches reprises pour l'activité cynégétique. Depuis 50 ans, l'abandon progressif de parcelles pâturées ou fauchées a conduit à l'envahissement par des communautés de hautes herbes (calamagrostide, roseau, molinie). Ces friches se boisent peu à peu de saules cendrés, de bouleaux pubescents et d'aulnes, dont le sous-bois, dominé par les ronces, la fougère aigle et la molinie, présente une drastique perte de diversité. D'autre part, la gestion cynégétique par le feu pendant plusieurs décennies a entraîné le développement de pyrophytes (bouleau pubescent, fougère aigle, molinie bleue).

Menaces liées aux usagers

Au nord, les terres les plus riches font l'objet d'une intensification agricole (retournement de prairies humides, abattage de rangées de saules têtards, drainage, utilisation d'engrais et de pesticides). En raison de l'eutrophisation des eaux, les étangs et fossés s'envasent et les surfaces en eau libre diminuent.

Le développement des populations de sangliers, de chevreuils et de faisans pousse parfois certains chasseurs à opter pour un marais boisé moins favorable aux espèces plus caractéristiques des zones humides.
L'urbanisme périphérique, les installations industrielles et portuaires de la rive droite de la Seine, le développement des accès routiers ainsi que des lignes électriques haute-tension ont contribué à augmenter le niveau de perturbation et de fragmentation du site.
Les inondations hivernales deviennent plus nombreuses du fait conjoint de l'affaissement de la tourbière et de la perte d'effet tampon induite par les pratiques agricoles périphériques avec des conséquences non négligeables sur la flore, l'herpétofaune, les invertébrés…

EXPERIENCES DE GESTION

Les objectifs de gestion du marais visent à :

- maintenir ou réhabiliter les prairies humides et favoriser l'extension de l'élevage extensif,
- favoriser le maintien et le renouvellement des milieux interstitiels (lisières eau/prairie, prairie/mégaphorbiaie, …),
- améliorer la qualité des eaux

Pâturage extensif

Dans la RN des Mannevilles, un mode original de réhabilitation et de gestion des milieux dégradés a été expérimenté pour la première fois en France dès 1979 : le pâturage extensif par des animaux de races rustiques.
Des comparaisons ont d'abord été réalisées entre parcelles pâturées spécifiquement pendant 10 ans par des équins ou des bovins, avant de mélanger les deux espèces dans l'optique de créer une guilde de grands herbivores. Des transects permanents permettent de suivre l'évolution de la végétation.

- Diminution de l'importance des quatre espèces herbacées opportunistes initialement dominantes (jonc épars, molinie, roseau et calamagrostide),
- Diversité d'espèces plus importante (pour les seuls phanérogames, une centaine d'espèces soit trois fois plus que dans les prairies enfrichées),
- Retour d'espèces patrimoniales à la fois plus rares et plus spécifiques des bas marais alcalins (*Anagallis tenella, Cirsium dissectum, Carex panicea, Triglochin palustre, Orchis praetermissa*).

Aujourd'hui, sur la plupart des espaces protégés du marais Vernier, pâturent des bovins d'Ecosse (Highland Cattle), des chevaux de Camargue, des poneys landais, des poneys Newforest, des vaches Bretonne Pie Noire et des moutons Shetland.

- La pression de pâturage variable dans l'espace crée une mosaïque d'habitats particulièrement intéressante.
- En comparaison de parcelles fauchées, ces parcelles pâturées présentent de nouveaux cortèges floristiques et faunistiques.
- Le pâturage limite fortement les jeunes ligneux ainsi que les rejets d'arbres plus vieux quand ils sont abattus mécaniquement.
- Sur les secteurs les plus dégradés et envahis par la fougère aigle, le piétinement printanier défavorise la fougère au profit des groupements herbacés hygrophiles.



Anagallis tenella

Etrépage

Les travaux du Plan Marshall, en asséchant le marais à la fin des années 40, ont provoqué une minéralisation de la partie superficielle de la tourbière. L'étrépage de cet horizon minéralisé a permis la réapparition d'espèces à valeur patrimoniale. Sur la RNR des Courtils de Bouquelon, l'étrépage mécanique donne d'excellents résultats avec l'apparition massive de *Drosera intermedia, Lobelia urens, Anagallis tenella, Carex panicea, Samolus valerandi*, etc.
Ces groupements pionniers risquent de disparaître du fait de la dynamique de la végétation. Le pâturage extensif intervient alors comme outil de stabilisation des communautés retrouvées par l'étrépage.

En outre, par le sabot (ou les cornes lors de comportement de marquage de territoire des taureaux) l'herbivore peut aussi créer une sorte d'étrépage naturel. Par exemple, le piétinement répété a permis le retour du souchet brun (*Cyperus fuscus*) et les cuvettes creusées par les taureaux sont favorables à des espèces comme le trocart des marais (*Triglochin palustre*), la renoncule scélérate (*Ranunculus sceleratus*) dans la RNR des Courtils de Bouquelon.

Creusement de mares

Au marais Vernier, les mares les plus anciennes correspondent, sur la partie tourbeuse à d'anciennes mares de chasse (à l'exception de la Grand'Mare, d'origine naturelle). Quelques dizaines de mares à finalité biocénotique ont été creusées dans les espaces protégés.

L'intérêt des mares creusées varie :

- avec le temps : ces mares ne sont jamais pérennes et s'atterrissent en quelques dizaines d'années, parfois moins ;
- selon le secteur où est creusée la mare et la nature plus ou moins compacte, acide, saumâtre, etc. de la tourbe.

■ Sur la RNR des Courtils de Bouquelon, le creusement de mares sur un ancien fossé atterri a permis de faire ressurgir à partir d'une banque de graines de l'ancien fossé, les characées, potamot, nymphéa et utriculaires.

■ Sur la RNN des Mannevilles, une ancienne mare a évolué en une petite tourbière active à sphaignes, avec *Drosera rotundifolia, Osmunda regalis* et *Thelypteris palustris*. Envahie par la molinie, les saules cendrés et les bouleaux pubescents, cette tourbière est entretenue par pâturage extensif depuis quelques années.



Effets du pâturage, RNN des Mannevilles

Pâturage et fauche associés pour préserver la population d'*Orchis palustris*

Orchis palustris est une espèce protégée régionalement, connue en Haute Normandie uniquement au marais Vernier (site bénéficiant d'un APPB). Cette population était menacée par l'envasement du phragmite commun. En accord avec le propriétaire, une gestion spécifique a été mise en place afin de reconstituer au maximum la banque de graines :

- retrait du cheptel pâturant d'avril à juillet,
- en combinant fauche et pâturage le reste de l'année pour éviter l'envahissement par le roseau.

Ainsi, les roseaux sont fauchés et pâturés après fructification de l'orchidée.
Le biotope potentiel de l'espèce a été agrandi par voie d'étrépage dans le cadre d'un contrat Natura 2000. Une protection grillagée soustrait de surcroît la station aux déprédations des sangliers friands de bulbes.
Un suivi est réalisé pour évaluer l'impact positif de ce mode de gestion (en 9 ans, la station passe de 3 à 285 individus).

Expérimentations de gestion sur la Grand'Mare

La Grand'Mare et ses étangs annexes représentent un réseau remarquable et rare d'étangs d'origine naturelle qui constituent la clef de voûte du système hydraulique du marais Vernier et des écosystèmes associés.

Carte d'envasement de la Grand'Mare auteur ?

Dès 1992, le constat est fait que ces milieux risquent de disparaître (en 10 à 20 ans) par envasement et eutrophisation. A partir de cette date, le PnrBSN va s'investir dans sa sauvegarde :

- recherche de partenariats financiers régionaux, nationaux et européens,
- rassemblement local (chasseurs, élus, riverains, agriculteurs) en faveur de la sauvegarde du site,
- lancement d'études diverses pour préciser les causes de l'envasement, sa cinétique,
- recherche sur les différentes techniques de restauration, tant curatives que préventives.



Étang de la crevasse

Un nouveau règlement de Syndicat de Marais a ainsi vu le jour, évitant par exemple les remontées d'eau de Seine, un des plus importants facteurs de dégradation du site.

Des vannages étanches mais munis de passes à civelles ont été refaits à neuf.

Des mesures agri-environnementales sur des terres agricoles du bassin versant rapproché et des contrats Natura 2000 sur les roselières entourant l'étang ont été mis en œuvre afin d'améliorer la qualité de l'eau.

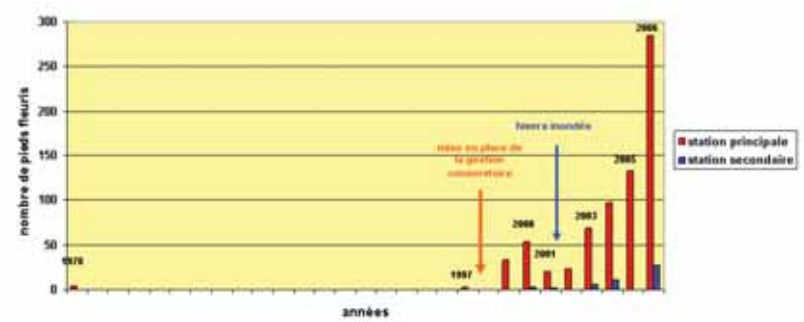
Le chantier le plus important consiste au désenvasement de la Grand'Mare ; sur les quelques 250 000 m3 estimés de vase excédentaire, 125 000 m3 ont déjà étés ôtés et réutilisés en amendement agricole sur des terres de plateau.

Un suivi global permet d'observer la renaturation progressive du site.

INVENTAIRES ET SUIVI

Le PnrBSN s'est doté d'un outil spécifique de suivi des zones humides et des bassins versants associés : DROZHERA (Données Répertoriées pour un Observatoire des Zones Humides, de leur Environnement et des Réseaux Aquatiques). Cet observatoire regroupe une quinzaine de personnes sur les pôles suivants : eau, ichtyofaune, avifaune, flore, invertébrés, arbres têtards et boisements linéaires humides, mesures agri-environnementales, Natura 2000, pédagogie, bases de données et cartographie. Cette structure, interne au PnrBSN, rédige les plans de gestion, monte les dossiers de classement en espaces protégés, établit les inventaires et en assure le suivi, assure la maîtrise d'oeuvre de la plupart des travaux et des études qui ne sont pas réalisées en interne, recherche les financements, accueille divers publics, conseille élus, agriculteurs, chasseurs, particuliers, en engrangeant toutes les données (d'inventaires et d'actions) sur un SIG.

Évolution de la population d'Orchis palustris sur les 2 stations du Marais Vernier

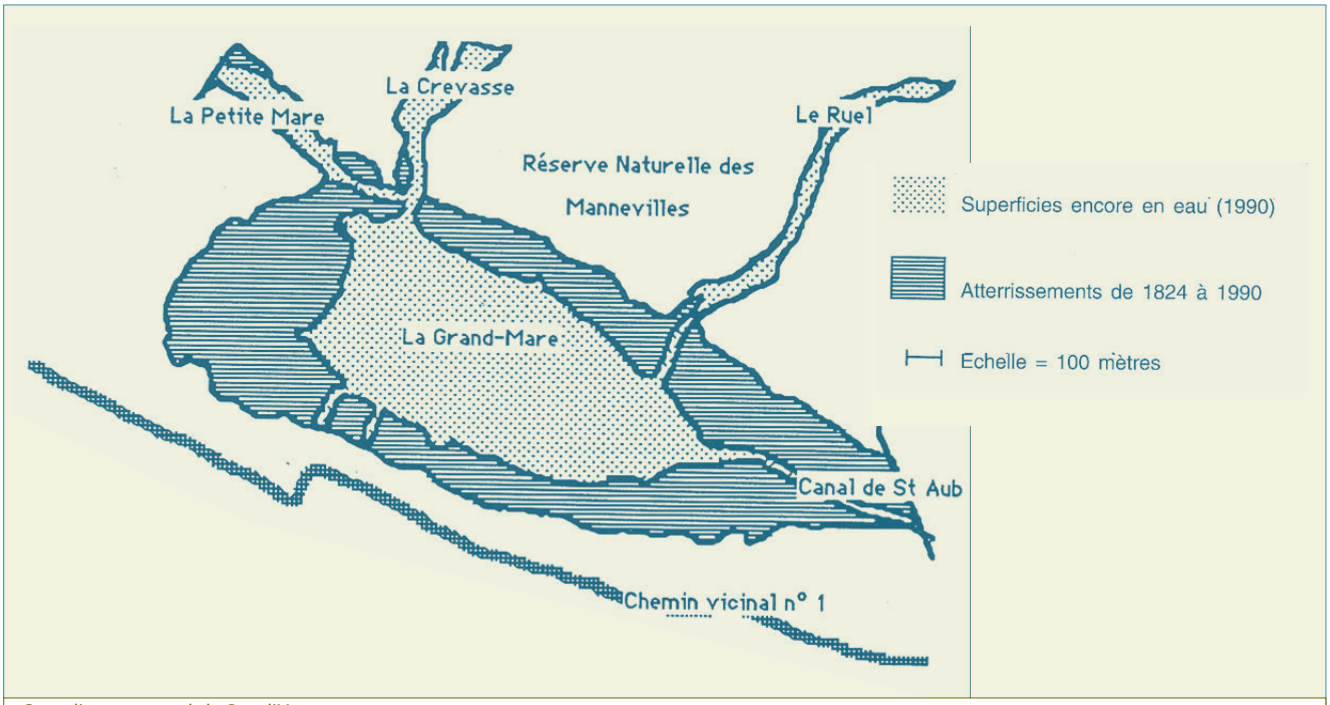


CONTACT

Thierry LECOMTE
PNR des Boucles de la Seine Normande

BIBLIOGRAPHIE

LECOMTE Th., LE NEVEU C., JAUNEAU A., 1981 - Restauration de biocénoses palustres par l'utilisation d'une race bovine ancienne (Highland Cattle) : cas de la Réserve Naturelle des Mannevilles (Marais Vernier - Eure). Bull. Ecol. 1981 T. 12, 2/3. pp. 225 - 247.



Carte d'envasement de la Grand'Mare

LECOMTE Th., LE NEVEU C., 1986 - Le Marais Vernier : contribution à l'étude et à la gestion d'une zone humide. Thèses. Université de Rouen - 1986, 630 p.

LECOMTE Th., LE NEVEU C., VALOT E., 1992 - Dix ans de gestion d'un Marais Vernier par le pâturage extensif : productivité comparée de troupeaux de bovins et de chevaux (Marais Vernier, Eure, France) - Septièmes journées sur l'alimentation et la nutrition des herbivores. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris - 1 p.

LECOMTE Th., LE NEVEU C., 1993 - Insectes floricoles et déprise agricole : application à la gestion des Réserves Naturelles du Marais Vernier (Eure - France). Actes du Séminaire du Mans "Inventaire et cartographie des invertébrés comme contribution à la gestion des milieux naturels français". Secrétariat de la faune et de la flore, Museum national d'histoire naturelle Paris 1993. pp. 118 - 123.

LECOMTE Th., 1994 - Présentation générale du Marais Vernier in restauration et gestion des zones humides. Séminaire International Marais Vernier - 2-5 novembre 1992. Bull. mens. Office National de la Chasse, n° 189, Mai 1994, pp. 42-45.

LECOMTE Th., DANIEL Y., 1996 - Protection et gestion d'une zone humide, le Marais Vernier : un exemple de coopération entre chasseurs et protecteurs de la Nature. Séminaire International. Union Nationale des Associations des Chasseurs Italiens. Oiseaux migrateurs du Paléarctique Occidental. Bologne, Italie, 15-17 mars 1996, pp. 59-68.

LECOMTE Th., PROFFIT C., 1997 - La gestion des espaces sensibles par les herbivores rustiques dans le Parc Naturel Régional de Brotonne : l'exemple du Marais Vernier. in Séminaire Animaux domestiques et gestion de l'espace Theix 18-19 mai 1997, les Dossiers de l'Environnement de l'INRA n°11, pp. 61-66.

NOUS AVONS NOTÉ

• La reconnaissance nationale du Marais Vernier en tant qu'espace naturel de grande qualité

• Un recul d'expériencede quelques décennies en matière de pâturage extensif

• Les différentes maîtrises foncières lui conférant une assez forte protection

• Des modes de gestion des milieux enfrichés, à des fins écologiques, couronnés de succès ;

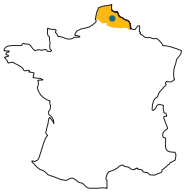
• La mise en place progressive d'une concertation à la fois locale (élus, chasseurs, agriculteurs, protecteurs de la nature) et inter-administrative permettant progressivement l'émergence d'actions convergeant vers un triple objectif de sauvegarde, de restauration et de valorisation du site

Mais aussi :

• Une intensification des pratiques agricoles sur la partie alluvionnaire

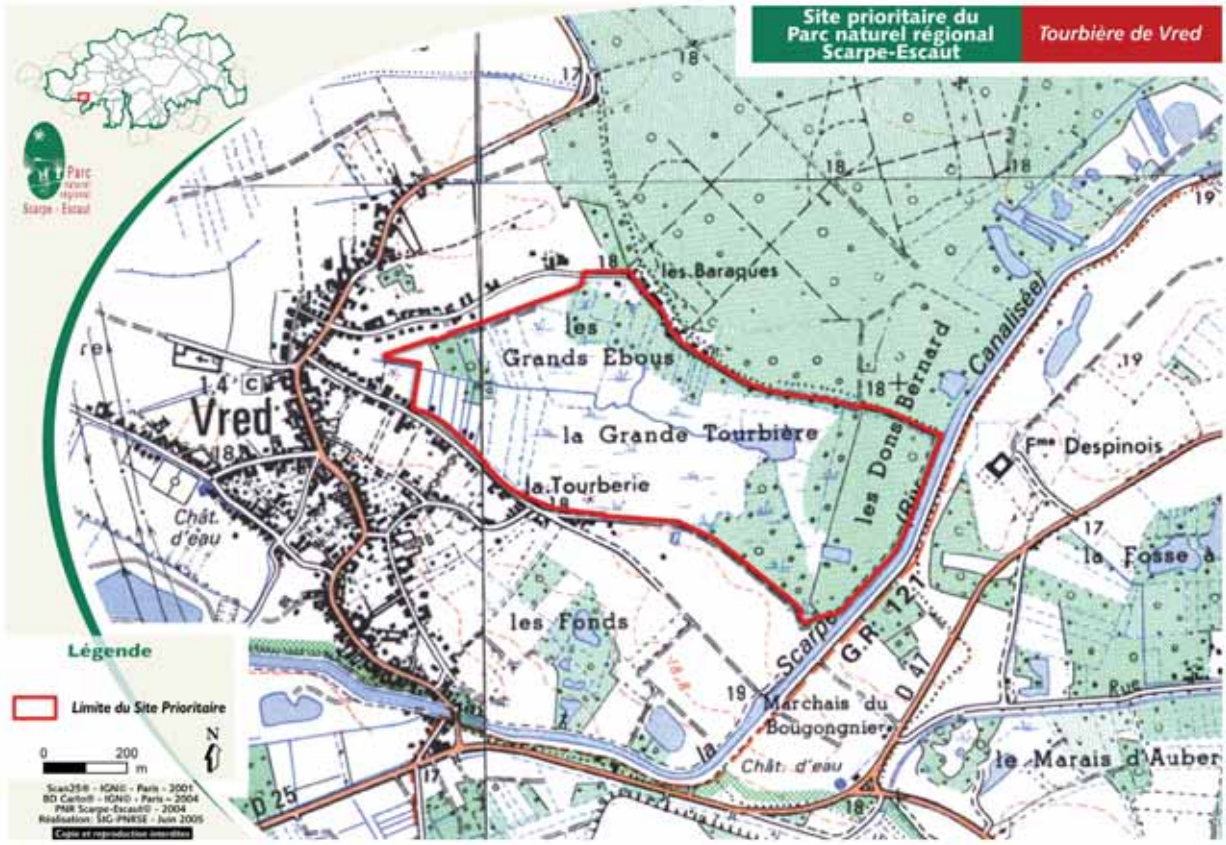
• Un manque de moyens financier pour inciter les agriculteurs à un retour à la prairie

• Une pression cynégétique qui demeure forte avec à la fois des lâchers d'espèces exogènes, et une tendance à favoriser les habitats de la faune forestière au détriment de celle plus spécifique des zones humides.



Tourbière de Vred

Réhabilitation de milieux dégradés
Gestion des ligneux
Gestion hydraulique
Protection de la grenouille des champs (*Rana arvalis*)



Carte de localisation de la tourbière de Vred



Vue générale de la tourbière

Un fonctionnement hydraulique perturbé
La tourbière est alimentée par la nappe alluviale. Des fossés ceinturent la tourbière. Celui situé sur sa partie Nord la draine via un unique ouvrage obsolète qui ne permet pas actuellement de maintenir suffisamment d'eau dans le site. Un réseau de fossés en « arrête de poisson » sillonne ce dernier.

Région : Nord-Pas de Calais
Département : Nord

Superficie de la zone humide : 44 ha
Superficie du site : 50 ha
Statuts de protection ou liés à des inventaires : Réserve Naturelle Régionale, Site d'Intérêt Communautaire, ZNIEFF de type II et I, Zone de Protection Spéciale, site prioritaire du PNR Scarpe-Escaut
Propriétaires : Commune de Vred, Département du Nord
Gestionnaire : Syndicat Mixte du Parc Naturel Régional Scarpe-Escaut
Groupements végétaux tourbeux ou para-tourbeux : Groupements de bas-marais alcalins, prairies à molinie, mégaphorbiaies sur tourbe, forêt alluviale à *Alnus glutinosae* et *Fraxinus excelsior*, roselières à fougère des marais, zones de tremblants.

PRÉSENTATION DU SITE

*La tourbière de Vred s'inscrit dans le système alluvial de la basse Scarpe, et fait partie de l'ensemble du maillage de zones humides de la vallée. Elle repose sur des alluvions tourbeuses dans lesquelles l'eau circule très difficilement en raison de l'absence quasi totale de pente. La tourbière de Vred est l'une des trois dernières tourbières alcalines actives de la région. La tourbe a été exploitée jusqu'à la fin du XVIII*ème *siècle. La tourbière a été ensuite utilisée pour la fauche et le maraîchage, pratique favorisée par un important réseau de drainage, dont il reste encore aujourd'hui de nombreuses traces. De nombreux fossés ainsi que deux étangs sont présents sur la réserve (utilisés pour la chasse au gibier d'eau et pour la pêche occasionnellement). De forts gradients d'hydromorphie, de pH et de trophie permettent une diversité écologique importante sur une faible superficie.*



Grande douve, espèce protégée au niveau national



Leucorrhine à gros thorax, espèce de la Directive Habitats

USAGES ET FONCTIONS

Valeur écologique

Le site présente un fort intérêt au niveau des habitats et des espèces végétales et animales. 6% des espèces recensées présentent un intérêt patrimonial majeur.

- Plusieurs dizaines de plantes protégées ou rares, parmi lesquelles on peut citer la grande douve (*Ranunculus lingua*), protégée au niveau national ;
- Présence de la grenouille des champs, *Rana arvalis* (trois stations françaises seulement, avec une deuxième station dans le Nord et une en Alsace) ;
- Nombreuses espèces d'invertébrés (odonates en particulier, dont la leucorrhine à gros thorax (*Leucorrhina pectoralis*), espèce de la Directive) ;
- Grand nombre d'espèces d'oiseaux, comprenant notamment des espèces patrimoniales inféodées aux zones humides, en particulier aux roselières - blongios nain (*Ixobrychus minutus*) et butor étoilé (*Botaurus stellaris*) par exemple ;
- Roselières à fougère des marais, à grande douve, à gesse des marais, tourbière boisée flottante à sphaigne exceptionnelle ;
- Une mosaïque d'habitats d'intérêt communautaire, dont deux prioritaires : Végé-tation à *Cladium mariscus* (code 7210*) et Forêts alluviales à *Alnus glutinosa* et *Fraxinus excelsior* (91 E0*).

Intérêt pédagogique

Ce site d'exception donne lieu à des activités pédagogiques, dont la nature, la localisation et la fréquence tiennent compte de l'extrême fragilité du site et également de sa dangerosité (tremblants et radeaux de tourbe au-dessus de fosses de tourbage de plusieurs mètres de profondeur) : chantiers écoles, visites guidées… Au cours des dernières années et trois années de suite, un spectacle sur l'histoire de la tourbière a eu lieu : « Tourbe d'hier, charbon d'antan ». Plusieurs projets d'aménagement liés à l'accueil du public sont prévus dans le plan de gestion. Ils ont pour objectif d'améliorer et d'organiser le développement de l'accueil du public, et d'optimiser les accès au site. Il s'agit de la pose ou du remplacement de pontons, et de la construction d'abris, d'un pont-levis, d'un pont-roulant, de barrières…

MENACES ET ENJEUX DE PRÉSERVATION

Le processus de fermeture des milieux par les boisements (de saules et d'aulnes notamment), qui est favorisé par des niveaux d'eau qui ne sont pas maintenus assez haut suffisamment longtemps, est une menace importante sur le site.
Leur contrôle représente donc un fort enjeu. L'acquisition d'une parcelle communale par le PNRSE devrait permettre l'installation d'un ouvrage hydraulique et permettra une gestion fine et efficace des niveaux d'eau, garante du maintien des groupements hygrophiles de la tourbière.

EXPÉRIENCES DE GESTION

De nombreuses opérations de restauration

Le premier plan de gestion 1998-2002 a donné beaucoup d'importance aux travaux de restauration des roselières et mégaphorbiaies sur tourbe. Ces travaux ont mobilisé d'importants moyens humains en raison des difficultés d'accès et de la fragilité du milieu face à la mécanisation.



Spectacle « Histoires de tourbe »



Chantier nature dans la tourbière de Vred

• Restauration de roselières et de mégaphorbiaies :

Au vu de la fermeture importante des milieux ouverts par les ligneux, c'est l'opération qui a été le plus développée sur le site. Des chantiers ont été réalisés en régie avec l'appui d'écoles et d'association d'insertion :

➲ coupe des rejets ligneux ;

➲ arrachage des jeunes plants ;

➲ traitement des souches avec des produits spécifiques afin qu'elles ne repartent pas ;

➲ brûlage sur tôle des produits coupés et exportation de la matière à l'extérieur de la tourbière ;

➲ en parallèle, suppression des semenciers de saules et d'aulnes sous le vent.

Les difficultés de pénétration dans la tourbière rendent ces interventions particulièrement délicates et longues, et nécessitent la pose de tapis anti-engravement, toutes les exportations de matière s'effectuant uniquement pas moyens humains (impossibilité de pénétration de machines sur le site).

• Restauration de prairies de fauche par coupe rase de peupliers, essouchage, fauche manuelle puis mécanisée ;

• Mise en place d'un pâturage extensif bovin avec pose de clôtures et réalisation de passerelle pour la gestion du cheptel ;

• Restauration de saules têtards ;

• Réhabilitation d'une partie du site anciennement en décharge ;

• Création d'une mare ;

• Maîtrise des niveaux d'eau et suivi (pose de moine, installation d'une station de mesure, pose de piézomètres) ;

• Restauration partielle des fossés de ceinture et des fossés au sein de la tourbière par curage doux, notamment à la baguernette ;

• Expérience d'étrépage ;

• Reconversion d'anciennes peupleraies (6 ha) en boisements de feuillus diversifiés : Au-delà de l'intérêt écologique de l'opération, il s'agissait également, pour cette dernière opération, de permettre à la commune d'exploiter des peupleraies mâtures, et donc d'en percevoir les recettes financières. En plus de ce souci de valorisation économique du site par la commune, cela permet de montrer que les caractéristiques du site justifiaient un travail qualitatif sur le type de boisement replanté.



Curage à la baguernette

La reconversion s'est traduite par la replantation de peupliers à grand écartement, et de chênes et d'aulnes en fonction de la situation plus ou moins mouilleuse de la parcelle.
Cette opération s'inscrivait aussi dans le programme expérimental et démonstratif de reconversion et diversification des peupleraies du Parc dans le cadre de sa Charte.

Perspectives de gestion

• Mise en œuvre du contrat Natura 2000 : il doit permettre de poursuivre les travaux de restauration entrepris dans le cadre du plan de gestion.

Ce contrat permettra les opérations suivantes :

➲ Elimination de la végétation arbustive pionnière au sein de 5 ha de tourbières hautes et basses

➲ Curage doux à la baguernette de 100 m de fossés afin de maintenir leur niveau trophique, de limiter l'atterrissement et de rajeunir la végétation et la diversité des milieux aquatiques

➲ Restauration et entretien de 150 saules têtards situés sur les berges des fossés, pour améliorer la stabilité des berges et lutter contre l'érosion des sols tout en mettant en valeur les qualités du paysage traditionnel.

• Maîtrise de l'hydraulique : installation d'un ouvrage hydraulique afin de gérer finement les flux (niveau d'eau et durée) pour favoriser en amont la création de meilleures conditions hydriques (et défavoriser l'installation de jeunes semis). L'ouvrage sera constitué d'un écran souterrain de barrage hydrogéologique au niveau d'un axe de drainage de la nappe, ainsi que d'un système de régulation hydrologique des débordements.

• Poursuite des chantiers de restauration et d'entretien des milieux.

INVENTAIRES ET SUIVIS EN COURS

• Programme national STOC

La tourbière de Vred fait partie du réseau de suivi temporel des oiseaux communs (STOC), piloté par le Centre de Recherche sur la Biologie des Populations d'Oiseaux du Muséum National d'Histoires Naturel-les.

Le suivi s'effectue par le biais d'une campagne de bagage qui se déroule chaque année au printemps selon un protocole adapté aux roselières : « STOC-ROZO ». L'objectif est d'étudier les variations d'abondance des effectifs nicheurs de manière temporelle, spatiale et entre espèces.

• Programme national de suivi des roselières

« Roselières » au sein de Réserve Naturelle de France). Le suivi consiste à mesurer tous les ans certains paramètres de la roselière (densité, hauteur, âge des tiges, etc.).

• Programme régional de suivi et évaluation de la qualité des zones humides

par des bio-indicateurs (depuis 2001) piloté par Espaces naturels régionaux Nord – Pas de Calais, financé par le Conseil Régional du Nord-Pas de Calais et l'Agence de l'Eau Artois-Picardie.

Ce protocole, fondé sur le recensement des oiseaux en période de reproduction, a permis d'établir depuis 4 ans un bilan de l'état de santé de la diversité ornithologique et des milieux humides à l'échelle de la région, sur la base d'un réseau de sites humides suivis selon une méthodologie d'échantillonnage identique.

• Étude des potentialités de restauration d'habitats remarquables, pilotée par le Centre Régional de Phytosociologie de Bailleul/Conservatoire Botanique National de Bailleul.

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'un programme plus large de suivi de la conservation des zones humides sur le territoire du PNR Scarpe-Escaut prévu sur 2003-2008. Sur la tourbière de Vred, ce projet s'est décliné sous les formes suivantes :

- Étude de la banque de semences du sol sur des placettes expérimentales (réalisation de carottages en 2004) ;
- Opérations expérimentales de restauration : travaux d'étrépage et de décapage (5 placettes de profondeurs différentes creusées en 2005) ;
- Suivis de l'étrépage (dès l'été 2006).

• Suivi des populations de grenouille des champs (*Rana arvalis*)

Il s'agit d'une espèce emblématique d'une forte valeur patrimoniale. Elle fait depuis sa découverte sur le site l'objet d'un site très régulier tous les ans, afin de caractériser ses populations, d'affiner la connaissance de sa répartition sur la tourbière au sein des différents habitats, en fonction de ses stades de développement.

NOUS AVONS NOTÉ

• De nombreuses opérations de restauration du milieu pour maintenir ou créer des milieux tourbeux intéressants ;

• La nécessité de maîtriser les niveaux d'eau, qui garantira le maintien de la richesse écologique du site ;

• De nombreux suivis scientifiques dans le cadre de programmes régionaux ou nationaux ;

• Une volonté d'améliorer l'accueil du public.

CONTACT

Parc Naturel Régional Scarpe-Escaut
Maison du Parc Le Luron
357, rue Notre-Dame d'Amour
59 230 SAINT-AMAND-LES-EAUX
Tél. 03 27 19 19 70

BIBLIOGRAPHIE

Bureau d'études ALFA, 2005 - Evaluation du plan de gestion 1998-2002 de la Tourbière de Vred (Nord), bilan des connaissances après 5 ans de gestion de la tourbière de Vred. Versions provisoires de janvier 2005, 32 p. et 41 p.+ annexes.

BRIMONT Fabien, 2004 - Données ornithologiques du printemps 2003. Phase de test du protocole de suivi basé sur les oiseaux nicheurs. 31 p. + annexes.

Centre Régional de Phytosociologie : Conservatoire Botanique National de Bailleul, 2002 - Inventaire, caractérisation et cartographie phytosociologique des habitats naturels des secteurs publics de la proposition de site d'intérêt communautaire "Forêts domaniales de Raismes/Saint-Amand/Wallers et Marchiennes et Plaine alluviale de la Scarpe" - pSIC NPC034 (Département du Nord) : FR3100507 (Mise en œuvre du réseau natura 2000 dans le Nord/Pas de Calais). 61 p. + cartes + annexes.

DE FOUCAULT Bruno, MARCHYLLIE Michel, BARBIER Luc et BILLET Elisabeth, 2001 - Création et restauration des roselières - Phragmitaies et mégaphorbiaies dans les parcs naturels régionaux du Nord - Pas de Calais. 143 p. + annexes.

GOLOMIEC Fabrice, Parc naturel régional Scarpe-Escaut, 1998 - Plan de gestion 1998-2002 de la Réserve naturelle volontaire de la Tourbière de Vred. 115 p. + annexes.



Réalisation d'un carottage



Rana arvalis

Conclusion

Ce travail de compilation, d'analyse d'informations et d'échanges entre les gestionnaires, les scientifiques et les administrations a montré à quel point les tourbières et marais alcalins du tiers nord de la France (massifs hercyniens exclus) sont des milieux particulièrement riches et menacés. Il a aussi révélé le manque de connaissances de leurs mécanismes de réaction aux différents modes de gestion à long terme. En effet, les expériences de gestion conservatoire sont relativement récentes en France, les choix techniques en termes de « génie écologique » résultent souvent de tentatives pragmatiques et itératives, sans véritable évaluation des coûts ni des bénéfices.

Les avis exprimés lors de la rédaction de ce guide ont parfois été divergents notamment à propos des impacts bénéfiques ou non de certains modes de gestion : la gestion par le feu, l'utilisation de phytocides ou le pâturage.
L'insuffisance de connaissance ne permettant pas de trancher systématiquement, nous avons pris le parti de présenter les avantages et les inconvénients des différentes méthodes, laissant à chacun la possibilité d'opter pour celle qui apparaîtrait la mieux adaptée aux caractéristiques du milieu et aux objectifs poursuivis.

Les éléments permettant d'évaluer les coûts de gestion, liés à la situation locale (distance à parcourir par exemple), se sont également avérés très disparates, alors qu'ils constituent un élément important du choix - outre l'efficacité technique - pour les gestionnaires et leurs financeurs.

Ce manque de recul et de certitudes sur diverses thématiques souligne l'importance des suivis à la fois pour justifier des moyens investis et pour valoriser de manière opérationnelle le corpus de connaissances constitué par les expériences réussies et les échecs, raison d'être de ce guide technique.

L'une des leçons principales tirées des échanges au cours de la réalisation de ce guide concerne le besoin de continuer l'analyse des suivis et l'évaluation des acquis afin de mettre en évidence des principes de gestion généralisables ainsi que les limites des différentes techniques. Le développement de la connaissance des facteurs biotiques et édapho-climatiques se révèle également indispensable pour interpréter les variations non imputables à la gestion.

L'autre enseignement majeur concerne le maintien et la poursuite des échanges entre gestionnaires, scientifiques et administrations. La participation et la contribution actives à ce groupe de travail thématique témoignent de l'importance du besoin d'échanges d'informations et de connaissances, de confrontation des expériences de gestion et du transfert de méthodes de travail ou encore d'outils techniques.

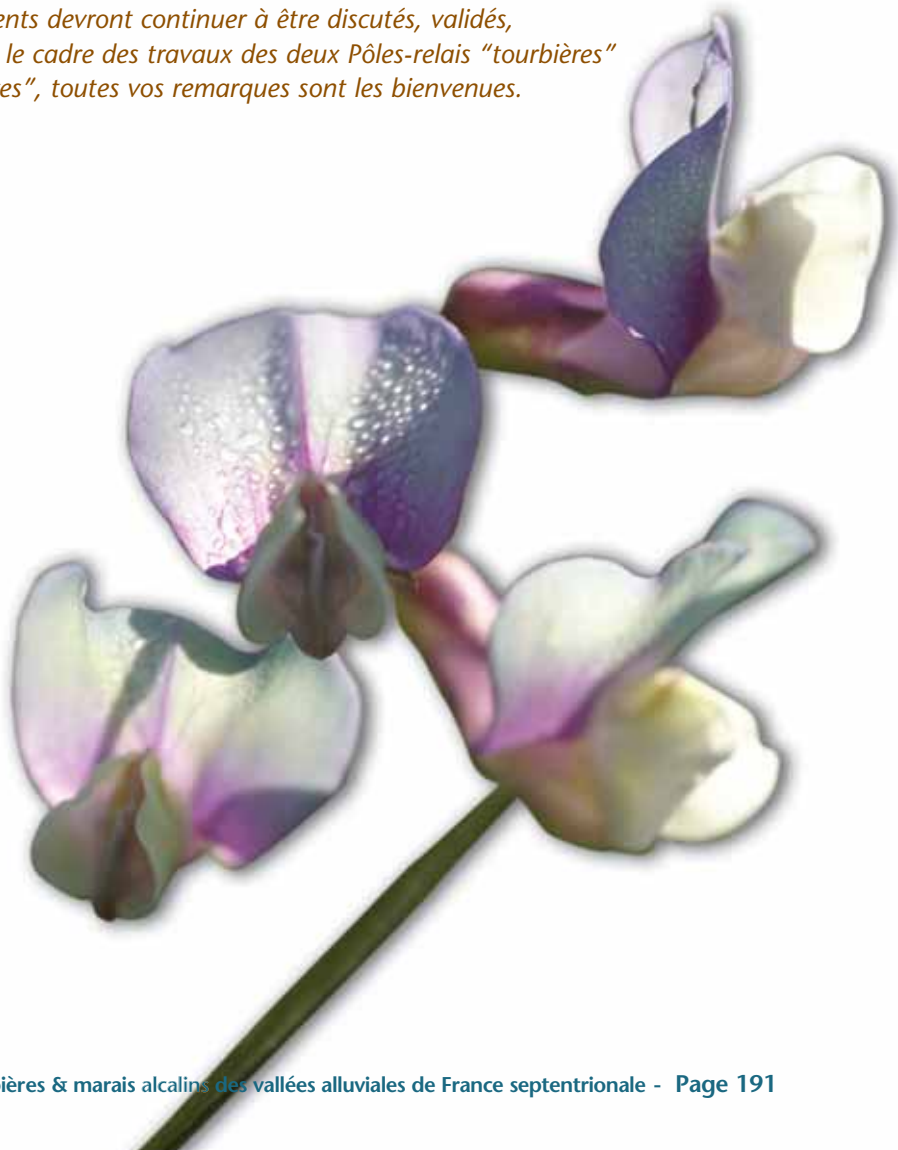


Les pôles relais zones humides sont des catalyseurs et des facilitateurs au sein de cette communauté de travail aux multiples têtes de réseaux, mais sans véritable « maître de cérémonie ».

Les enjeux de conservation des tourbières et des marais alcalins de vallée dépassent largement le site à proprement parler et sont à envisager à l'échelle du bassin versant. Une multitude d'acteurs entrent alors en ligne de compte, avec qui il convient de savoir communiquer pour agir de manière complémentaire.

De la gestion conservatoire à la réhabilitation, les démarches trop souvent empiriques se trouvent maintenant et de plus en plus structurées, notamment dans le cadre de l'ingénierie écologique. Ces actions jusqu'alors défendues au titre de la conservation de la nature, prennent toute leur ampleur dans le cadre de la reconnaissance de l'existence et de l'importance des services écosystémiques.

Ce guide est donc un premier recueil d'expériences qui pourra servir de base d'échange et dont les éléments devront continuer à être discutés, validés, corrigés et complétés. Dans le cadre des travaux des deux Pôles-relais "tourbières" et "zones humides intérieures", toutes vos remarques sont les bienvenues.



Glossaire

D'après

Manneville O., Vergne V., Villepoux O., 2006 -
Le monde des tourbières et des marais : France, Suisse, Belgique et Luxembourg. Delachaux & Niestlé, 320 p.
Rameau JC., Mansion D., Dume G., 1994 *- Flore Forestière Française.* **Tome1.** *IDF, 1785 p.*
Ramade F., 2002 *- Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des Sciences de l'Environnement, Réédition Ediscience, Paris 822 p.*
CSNP, 2001 *- Plan de gestion 2001-2005 de la réserve naturelle de l'étang Saint-Ladre à Boves (80), 119 p.*

alcalin, désigne un biotope ou une tourbière riche en bases, synonyme de basique

alluvial, se dit des terrains ou des formations géologiques composé(e)s d'alluvions

alluvion, dépôt meuble laissé par un cours d'eau

anaérobiose, conditions de vie d'un microorganisme vivant ou d'expression d'un processus biologique se réalisant en l'absence d'oxygène libre

anoxie, absence ou fort déficit en oxygène qui favorise les organismes dits anaérobies et ralentit la décomposition de la matière organique

arrière-littoral, type de marais ou de tourbière se développant en arrière de dépôts marins (dunes, galets)

artésien, qualifie un puits ou un forage exploitant une nappe captive dont la surface piézométrique se trouve au dessus du sol, et qui fournit donc de l'eau jaillissante naturellement

ATEN, Atelier technique des espaces naturels

atterrissement, passage progressif d'un milieu aquatique vers un milieu plus terrestre par comblement dû à la sédimentation minérale et à l'accumulation de débris végétaux

bas-marais (tourbière basse, marais bas), marais détrempé jusqu'à sa surface par affleurement de la nappe phréatique, d'origine diverse, méso- ou oligotrophe ; souvent confondu avec marais plat

bassin versant, territoire dont les eaux se déversent naturellement vers un même cours d'eau ou vers une même nappe souterraine

biocénose, ensemble des êtres vivants d'un écosystème, présents dans un milieu de vie précis ou biotope

biotope, milieu physique déterminé offrant des conditions d'habitat à différentes espèces végétales et animales

brûlage dirigé, opération d'aménagement et d'entretien de l'espace comprenant la réduction du combustible sur les ouvrages de prévention ou la gestion des forêts, des pâtures, des landes et des friches, mis en œuvre par des équipes spécialisées

calcique, riche en calcium et souvent en calcaire, donc basique ; calciphile ou calcicole, préférant les milieux calciques, proche de basiphile et contraire de calcifuge

cariçaie, groupement végétal de milieu humide dominé par une ou plusieurs espèce(s) de laîche(s) (*Carex* sp. pl.)

CBN, Conservatoire botanique national

CG, Conseil général

cladiaie, groupement végétal de milieu humide dominé par *Cladium mariscus*

climax, stade final, souvent forestier et relativement stable, dans l'évolution d'une succession de biocénoses végétales, en équilibre avec le sol ; le paraclimax correspond à un climax apparu après une dégradation anthropique

CPNCA Conservatoire du patrimoine naturel de Champagne-Ardenne

CPNRC Conservatoire du patrimoine naturel de la région Centre

CR Conseil régional

CREN Conservatoire régional d'espaces naturels

CSL Conservatoire des sites lorrains

CSNNPC Conservatoire des sites naturels du Nord et du Pas de Calais

CSNP Conservatoire des sites naturels de Picardie

CSP, Conseil supérieur de la pêche

décapage, technique qui consiste à couper la végétation, à enlever la litière et la partie affleurante du sol pour les exporter hors du site (voir aussi étrépage)

DIREN, Direction Régionale de l'Environnement

drainage, action de diminuer le niveau de la nappe pour assécher le terrain à des fins sylvo-agricoles

écobuage, mode de préparation et de fertilisation du sol qui consiste à détacher la couche herbeuse du sol, à la faire sécher et ensuite brûler pour en répandre les cendres

édaphique, qui concerne les relations entre les êtres vivants et leur substrat

endocénose, ensemble des êtres vivants à l'intérieur d'un autre organisme vivant

ENF, Espaces naturels de France, Fédération des conservatoires d'espaces naturels

ENS, Espace naturel sensible

érosion, détachement et transport des particules sous l'effet de l'eau ou du vent

étang, plan d'eau peu profond plus ou moins envahi par la végétation

étrépage, technique qui consiste à couper la végétation, à enlever la litière et une grande épaisseur de sol, presque jusqu'à la limite du sol minéral, pour les exporter hors du site (utilisé en landes tourbeuses ou quand la tourbe est minéralisée sur une grande épaisseur) (voir aussi décapage)

eutrophe, relativement riche en nitrates et phosphates assimilables

eutrophisation, enrichissement naturel ou anthropique (effluents agricoles) du milieu en composés azoto-phosphorés, parfois cause d'un déséquilibre préjudiciable à la biodiversité

exondation, sortie hors de l'eau d'une région, d'un terrain

faucardage, fauchage manuel ou mécanique (à l'aide de bateaux dits faucardeurs) des végétaux aquatiques des rivières et des étangs

fauchage, action de sectionner, à leur base ou près de leur base et de façon aussi nette que possible, les tiges d'un fourrage

feu agricole ou pastoral, pratique traditionnelle d'incinération de végétaux sur pieds ou coupés, mise en oeuvre par les agriculteurs ou les éleveurs eux-mêmes, sur des surfaces limitées, sans moyen particulier

fluviogène ou telmatogène, (tourbière) issue d'une inondation périodique par une nappe alluviale

FPNR, Fédération des Parcs naturels régionaux

géophyte, plante pérenne herbacée passant la mauvaise saison dans le sol sous forme de bulbes ou de rhizomes

gestion conservatoire, ensemble des actions permettant de restaurer et de maintenir le bon fonctionnement écologique et une diversité optimale dans un milieu naturel

gouille, dépression, de forme variable et constamment détrempée

habitat, conditions physiques et biotiques dans lesquelles se maintient une espèce à l'état spontané

héliophile, se dit d'un végétal qui ne peut se développer qu'en pleine lumière

hélophyte, plante herbacée assez grande, dont la base vit dans l'eau et la vase ou la tourbe et le haut en milieu aérien

histosol, sol organique essentiellement constitué de tourbe, présentant différents niveaux superposés

hydromorphe, se dit d'un sol ou d'un horizon en présence d'un excès d'eau temporaire ou permanent

hydrophyte, plante vivant entièrement dans l'eau sauf les fleurs, flottante, nageante ou immergée, fixée ou non

hygrophile, se dit d'une espèce ayant besoin de fortes quantités d'eau tout au long de son développement

IFEN, Institut français de l'environnement

interprétation, démarche de communication qui vise à expliquer au public la signification d'un site

introgression, mouvement des gènes d'une population ou taxon à un autre par hybridation

invasive, espèce exotique introduite dans un nouveau domaine géographique, volontairement ou non, qui se développe de façon spontanée, perturbant le fonctionnement des écosystèmes par sa prolifération et menaçant la diversité biologique indigène

jonçaie, groupement végétal de milieu humide dominé par une ou plusieurs espèce(s) de jonc(s) (*Juncus*.sp. pl.)

limnogène, (tourbière) issue de l'atterrissement d'un plan d'eau

lixiviat, solution issue du transfert de l'eau à travers un volume solide perméable ; terme généralement utilisé pour qualifier les eaux issues de la percolation à travers des déchets

magnocariçaie, groupement végétal de milieu humide dominé par une ou plusieurs espèce(s) de grande(s) laîche(s) (*Carex* sp. pl.) formant des touradons

marais plat ou tourbière plate, marais eutrophe, neutro-basique, à niveau d'eau proche de la surface du sol

marais, marécage, terme très vague, zone humide non nécessairement tourbeuse, riche en végétation palustre

MEDD, Ministère de l'écologie et du développement durable

mégaphorbaie, végétation hygrophile méso-eutrophe à hautes herbes, souvent présente en périphérie des tourbières et à forte productivité

mésophile, qui ne tolère pas les valeurs extrêmes d'un facteur écologique, essentiellement la teneur en eau

mésotrophe, moyennement riche en éléments nutritifs, modérément acide et permettant une activité biologique moyenne, intermédiaire entre eutrophe et oligotrophe

méso-xérophile, se dit d'une espèce pouvant s'accommoder de milieux moyennement secs

minéralisation, transformation de la matière organique et de la tourbe en sels minéraux et en gaz, quand l'anoxie ou l'humidité du sol, voire l'oligotrophie,diminuent

minérotrophe, alimenté par des eaux plus ou moins riches en sels minéraux récupérés sur ou dans le substrat minéral où elles ont circulé

mixte, (tourbière) comportant à la fois haut- et bas-marais

MNHN, Muséum National d'Histoire Naturelle

moliniaie, groupement végétal de milieu humide dominé par la molinie (*Molinia caerulea*)

monopoliste, ayant tendance à éliminer les autres

neutroalcalin, désigne un biotope ou une tourbière riche en bases, synonyme de basique

neutro-basiphile, préférant un milieu de pH > 5,5 à 6, souvent riche en carbonate de calcium

oligotrophe, qualifie un biotope pauvre en éléments nutritifs minéraux disponibles, surtout N et P et ne permettant qu'une activité biologique réduite

ombrogène, (tourbière) dont l'origine est due exclusivement aux précipitations, sous climat toujours humide

ombrotrophe, alimenté par la neige et les pluies, très pauvres en minéraux, donc oligotrophes et acides

ONCFS, Office national de la chasse et de la faune sauvage

ONF, Office national des forêts

paléoclimat, ancien climat, et paléovégétation, ancienne végétation, d'une région, reconstitués par l'étude du pollen et d'autres fossiles présents dans les niveaux tourbeux

panne, (terme flamand) nom local donné aux dépressions interdunaires humides, parfois paratourbeuses

paratourbeux, qui fait la transition entre les tourbières et les autres milieux, avec moins de 20 à 40 cm de tourbe

phragmitaie, groupement végétal de milieu humide dominé par le roseau (*Phragmites australis*)

phréatique, se dit d'une nappe d'eau souterraine la plus proche de la surface du sol

phytosociologie, étude des tendances naturelles qui amènent des individus d'espèces végétales différentes à cohabiter dans une communauté végétale ou au contraire à s'exclure

piézomètre, dispositif constitué par un petit tube vertical mettant en communication avec l'atmosphère une nappe souterraine ; servant à établir le niveau d'une nappe ou à mesurer la pression d'un fluide dans un sol

plan d'interprétation, analyse comment doit être mis en scène la communication des éléments du patrimoine pour qu'ils puissent capter l'attention du public et être mémorisés au mieux

plan de fréquentation, identifie en termes qualitatifs, quantitatifs et surtout géographiques les objectifs de la fréquentation

PNAZH, Plan national d'action pour les zones humides

PNR, Parc naturel régional

PNRZH, Plan national de recherche sur les zones humides

population, ensemble des individus interféconds d'une espèce, dans une aire donnée

radeau flottant, structure élaborée par les végétaux supérieurs ou les sphaignes et colonisant les plans d'eau

radier, consolidation au pied d'un barrage pour empêcher l'érosion par l'eau

réaffectation, reconversion du site vers un autre état et d'autres fonctions

réhabilitation, remise en état d'un terrain après son exploitation

restauration, opération visant à remettre dans un état proche de son état d'origine un écosystème terrestre ou aquatique altéré ou détruit généralement par l'action de l'homme

rhizome, tige souterraine de réserve plus ou moins allongée et renflée

RNF, Réserves naturelles de France

rudérale, se dit d'une espèce ou d'une végétation croissant dans un site fortement transformé par l'homme (décombres, terrains vagues)

SAGE, Schéma d'aménagement et de gestion des eaux

saproxylique, se dit d'une espèce qui dépend de la décomposition du bois pour au moins une étape de son cycle de développement

sciaphile, se dit d'une espèce tolérant un ombrage important

SDAGE, Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux

semitourbeux, (sol) contenant moins de 20-30% de matières organiques, mais proche de la tourbe

sillon d'érosion, chenal creusé par l'eau qui coule en abondance sur certaines tourbières

soligène, (tourbière) issue du ruissellement ou de la percolation des eaux sur des pentes ou issue de sources ; l'eau y circule donc plus ou moins vite

tardiglaciaire, fin, plus clémente, de la dernière glaciation, entre 15 000 et 10 000 BP

taxon, unité de classification de rang indéterminé (ici, spécifique ou subspécifique)

telmatogène, voir fluviogène

thanétien, de l'ère tertiaire

topogène, (tourbière) dont l'origine est une nappe affleurante stagnante dans une dépression ; quand cette nappe est bloquée par une nappe d'eau salée d'origine marine plus dense, il s'agit du sous-type thalassogène, (tourbière) cas particulier de tourbière topogène, à proximité de la mer, se développant en général en situation arrière-dunaire

touradon, motte constituée par la base des tiges de nombreuses plantes herbacées des marais dont les feuilles sèches persistent au cours des années

tourbage ou détourbage, extraction de la tourbe par le tourbier

tourbe, ensemble de résidus végétaux plus ou moins décomposés, accumulés dans des conditions influencées par l'eau, le plus souvent en anaérobie, et contenant plus de 20 à 30% de matière organique ; considérée suivant les cas comme une roche, un sol, ou un humus très épais

tourbeuses, qualifie des zones présentant de la tourbe, soit des tourbières actives, soit d'anciennes tourbières où la turfigenèse s'est arrêtée pour des raisons naturelles ou anthropiques (drainage, exploitation)

tourbière, au sens strict : zone humide possédant une végétation productrice et accumulatrice de tourbe (équivalent de l'anglais 'mire') ; au sens large, cette zone humide peut ne plus être productrice de tourbe actuellement (peut aussi être qualifiée de 'zone tourbeuse', équivalent de l'anglais 'peatland')

transition, (marais ou tourbière de), stade évolutif temporel ou transition spatiale du bas-marais vers la tourbière bombée, alimenté à la fois par des eaux phréatiques et météoriques, donc minéro-ombrotrophe

tremblant, zone instable gorgée d'eau et formée par les racines et débris des végétaux qui colonisent les plans d'eau et les mares de tourbière ; voir radeau flottant

turficole, (espèce ou groupement végétal) vivant sur la tourbe

turfigenèse ou tourbification, production de tourbe par la végétation dite alors turfigène

types biologiques, unités de la classification des végétaux en fonction de leurs caractéristiques biologiques et morphologiques pour résister aux mauvaises conditions du milieu (froid, sécheresse, submersion)

typhaie, groupement végétal de milieu humide dominé par une ou plusieurs espèce(s) de massette(s) (*Typha* sp. pl.)

UGB (Unité Gros Bétail), échelle conventionnelle de normalisation théorique de la demande alimentaire du bétail

ZICO, Zone d'intérêt communautaire pour la conservation des oiseaux

ZNIEFF, Zone naturelle d'intérêt écologique, floristique et faunistique

ZPS, Zone de protection spéciale

Bibliographie

ADREE, à paraître
Cahier technique : hydrologie des tourbières.

Agence de l'eau Rhin-Meuse, 2006 -
Les zones humides : comment les préserver ?
Comment les restaurer ? - Fiches.

Agence Méditerranéenne de l'Environnement, 2002 - Pour contrôler la
prolifération des jussies (*Ludwigia spp.*) dans les zones humides méditerranéennes : guide technique. 68 p.

AMIAUD B., 1998 – Dynamique végétale d'un écosystème prairial soumis à différentes modalités de pâturage. Exemple des communaux du Marais Poitevin. Thèse de l'Université de Rennes I.

Association des Ecologistes de l'Euzière, 2005 – Le feu dans la nature, mythes et réalité, 168 p.

AUBERT M., MARQUART J.J., 1997 – Le Konik Polski, cheval primitif polonais : ses origines et les raisons de son utilisation pour la gestion des sites naturels. Bull. Soc. Neuchâteloise des Sciences Naturelles. 120 (2) : 55-70.

AUSSEUR-DOLLEANS C., 1990 - Comment aménager vos sentiers en milieux humides. ATEN, 61 p.

BAILLET-DUPIN S., 1999 – L'animal comme outil de gestion et d'entretien des milieux humides : le bovin Highland, le cheval de Camargue et le poney Pottok à la réserve naturelle du marais de Lavours, Thèse École nationale vétérinaire de Lyon, 158 p.

BAKKER J.P., 1989 – Nature Management by grazing and cutting. Geobotany 14 – Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.

BARBIER L., BOULLET V., DESREUMAUX H., 1999 - Bilan des 10 ans de gestion pastorale, Réserve naturelle volontaire de Wavrans-sur-l'Aa. PNR des Caps et Marais d'Opale, Conservatoire botanique national de Bailleul, 28 p.

BARDET O., 1995 – Analyse des problématiques de gestion des milieux naturels de la haute vallée de la Somme, étude de 10 secteurs entre Corbie et Saint Simon. Mémoire de stage ENSA Rennes, CSNP, 44 p.

BARDET O., HAUGUEL J.-C. (CSNP), 2002 - Contribution à l'écologie de la Leucorrhine à large queue (Leucorrhinia caudalis) et de la Leucorrhine à gros thorax (Leucorrhinia pectoralis) dans les marais de la Souche (Aisne – France). Colloque Gérer les milieux aquatiques, Le Bourget (Haute-Savoie).

BARNAUD G. & CHAPUIS J.-L., 2004 - Ingénierie écologique et écologie de la restauration : spécificités et complémentarités. Ingénieries Eau – agriculture – territoires, n° spécial : 123-138.

BARTHELEMY F., HERVIO J.M., 2000 –
Guide d'exploitation et de réhabilitation des tourbières. BRGM/RP-50502-FR, Orléans, 152 p.

BASSETT P.A., 1980 – Some effects of grazing on végétation dynamics in the Camargue, France. Vegetation, The Hague, 43 : 173-184.

BAZERQUE M.F., 1999 - Le marais de Bourneville. Évaluation de la qualité des milieux aquatiques. Propositions de mise en valeur. DIREN Picardie. 23 p.

BENSCOTER B. W., KELMAN W.R. & VITT D.H., 2005 - Linking microtopography with post-fire succession in bogs. Journal of Vegetation Science, 16 : 453-460.

BENSETTITTI F. (coord.), 2002 - Tome 3 : Habitats humides. Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. MNHN, La Documentation Française, Paris, 457 p.

BERTHELOT C., 1942 - Extraction, séchage, et auto agglomération de la tourbe en France. Le génie civil. Revue générale hebdomadaire des industries françaises et étrangères, 62e année, tome CXIX, 9-10 : 89-95.

BERTHELOT C., 1942 : Les récents progrès des méthodes d'exploitation des tourbières. Le génie civil. Revue générale hebdomadaire des industries françaises et étrangères, 62e année, tome CXIX, 9-10 : 303-306.

BLANCHARD F., 1996 - Valorisation des banques de semences des sols tourbeux et techniques de décapage-étrépage. Cahiers scientifiques et techniques, 2 :14-2.

BOBE-LELOUP V., PAJARD M., 1997 -
Le marais d'Épisy (77) : projet de réhabilitation écologique, Saint-Maur-des-Fossés : Écosphère, 38 p.

BOURNERIAS M., ARNAL G., BOCK C., 2001 – Guide des groupements végétaux de la région parisienne. Ré-edition, Belin, 640 p.

BOURNÉRIAS M., SAJALOLI B., SIMON L., ARNOULD P., GREGOIRE F. & WICHEREK S., 1997 - Vingt-cinq ans d'études mésologiques dans une vallée tourbeuse : l'exemple des marais de Cessières-Montbavin (02 Aisne, France) de la connaissance à la gestion. Écologie, T.28, 1 : 61-83.

BRACQ FX., DEUTSCH E, 2005 - Guide technique de lutte contre le rat musqué. PNR des Caps et Marais d'Opale, SMAGEa, Le Waast, 27 p.

BREDECHE M., 2003. - Fonctions et valeurs des zones humides de la Basse Vallée de l'Authie. Conseil Régional Nord-Pas de Calais, DIREN Nord-Pas de Calais, CSNNPC, 105 p.

BRINGER JP., TOCHE J., 1996 - Pratique de la signalétique d'interprétation. ATEN, 104 p.

Buglife, 2006 - Managing Priority Habitats for Invertebrates - Lowland Raised Bogs & Blanket Bog. The Invertebrate Conservation Trust, Conserving Invertebrates. Department for Environment, Food and Rural Affairs
www.defra.gov.uk/erdp/schemes/es/default.htm
http://www.buglife.org.uk/html/conserving_managing_habitats.htm

CARTER J., 2005 - L'esprit des lieux : programmer l'interprétation d'un territoire. ATEN, 96 p.

CHAPUIS J.L., BARRE V. & BARNAUD G., 2001 (eds) - Principaux résultats scientifiques et opérationnels. Recréer la nature. Réhabilitation, restauration et création d'écosystèmes. Programme national de recherche. MATE, MNHN, Paris, 173 p. + annexes.

CHARDENON J., 1982 - Le peuplier aujourd'hui et demain. Institut pour le Développement Forestier, 279 p.

CHOISNET G., 1995 - Étude d'accompagnement de l'opération agriculture-environnement en plaine maritime picarde. Volets habitats et flore. Conservatoire des sites naturels de Picardie. Conservatoire botanique national de Bailleul, 147 p. + annexes.

COGNET C., 1997 - Marais de Saint-Gond :
plan pour une gestion par le pâturage extensif. Mise en oeuvre d'une gestion conservatoire dans le cadre d'un développement durable. CPNCA, 30 p. + annexes.

COLAS S., MULLER F., MEURET M., AGREIL C., 2002 - Pâturage sur pelouses sèches: un guide d'aide à la mise en œuvre. Espaces naturel de France, Fédération des Conservatoires d'Espaces Naturels, programme Life-Nature « Protection des pelouses relictuelles de France », 152 p.

Collectif, 1992 - L'élevage extensif de chevaux pour la gestion d'espaces naturels. ONC, CEREOPA, CNRS, Tour du Valat, 64 p.

Collectif, 1995 - Le pâturage extensif en marais. Cahier technique n° 1, Conservatoire Rhônes-Alpes des Espaces Naturels.

Collectif, 1998 - Gestion éco-pastorales :
adopter une méthode de suivi de la végétation.
Les cahiers techniques du Pique-Bœuf n°2, 15 p.

Collectif, 1999 - Le pâturage naturel.
Fondation Stichnting ARK, 63 p.

Collectif, 2000 - Les espèces invasives en zone humide. Zones Humides Infos (Publication du groupe d'experts "zones humides"), 28 : 20.

Collectif, 2001 - La mise en place de protocoles de suivi / Seconde journée d'échanges techniques entre les gestionnaires d'espaces naturels de Rhône-Alpes, 14 novembre 2000. Conservatoires d'Espaces Naturels, Parc naturels régionaux de France,
Parc nationaux de France, Rivages de France, 67 p.

Collectif, 2004 – Actes de la journée d'information sur les plantes invasives, Amiens, 18 juin 2003.
Mémoire de la Société Linnéenne Nord-Picardie, 62 p.

Collectif, 2004 - Les suivis scientifiques pour la gestion des espaces naturels / IX Forum des gestionnaires. Réserves naturelles de France, Conservatoires d'Espaces Naturels, Parc naturels régionaux de France, Office National des Forêts, Rivages de France, 115 p.

Collectif, 2004 – Programme multi sites de découverte des zones humides. Éducation à l'environnement, 13 p.

Collectif, 2005 – Combattre et utiliser le feu. Espaces naturels, n°12 : 7-24.

Collectif, 2005 - Élaboration de nouveaux outils de diagnostic, de gestion et de suivi des tourbières / Actes de la Table ronde " Tourbières de France ", Lyon, 24-26 septembre 2002. Cahiers scientifiques et techniques du Pôle-relais tourbières, n° 4 : 290 p.

Comité des Pays de la Loire, 2004 – Guide technique, Gestion des plantes exotiques envahissantes en cours d'eau et zones humides, fiches.

Conseil de l'Europe, 2001 - L'action de la Convention de Berne sur les espèces non indigènes invasives en Europe. 33 p.

Conservatoire du patrimoine naturel de Savoie, 2005 - Réhabilitation du marais de Chautagne, Avant-projet sommaire d'un projet de réhydratation du marais. Rapport final, 123 p.

COTTIN N., MAILLIER S., 2005 - Les Prés à Pions (Longpré-les-Corps-Saints, Somme). Notice de gestion 2006-2011. CSNP, 61 p.

COTTIN N., MAILLIER S., 2006 - Le marais du Château (commune de Bourdon, Somme). Notice de gestion 2006-2011. CSNP, 57 p.

CPNCA, 1996 - Marais de Villemaur. Villemaur-sur-Vanne. Aube. Plan de gestion. CPNCA, 56 p. + annexes.

CREN Rhône-Alpes, 1999 - Le pâturage extensif en marais et tourbières. Cahier technique n°4, 10 p.

CRESPI C., FERMENT A., 2004 - Site Natura 2000 FR 2100282 Document d'objectifs du Site Natura 2000 n°37 « Marais de la Vanne à Villemaur» (Aube). Document de synthèse. Document de compilation. CPNCA, 70 p. + annexes.

CSL, 1990 - Études des potentialités de gestion synécologique du marais alcalin de Pagny-sur-Meuse par une race rustique. Le petit cheval primitif polonais (Konik Polski). CSL, 126 p.

CSNP, 1997 – Valorisation du patrimoine naturel en Haute Vallée de la Somme. CSNP, 74 p.

CSNP, 1999-2000 – Le marais de Bourneville Marolles (60), Études préalables au plan de gestion 2000-2004, diagnostic écologique des étangs, études hydrologique et entomologique. CSNP, 23 p.

CSNP, 2006 - Le marais des Communes (commune de Long, Somme) : diagnostic patrimonial et préconisations de gestion. CSNP, 18 p. + cartes + annexes.

CSNP, 2001 - Plan de gestion 2001-2005 de la réserve naturelle de l'étang Saint-Ladre à Boves (80), 119 p. + annexes.

CSNP, Écothème, 2004 - Préservation et mise en valeur du Grand Marais, Liesse-Notre-Dame (Aisne). Plan de gestion 2005-2009. CSNP, 127 p. + annexes.

DAUSSEUR-DOLLEANS, 1990 – Comment aménager vos sentiers en milieux humides. ATEN, 61 p.

EBRIL J., 2005 - Gestion des déchets de Jussie par le compostage. DIREN des Pays de la Loire, INRA Rennes, 37 p.

DEHONDT F., PAGNIEZ P., 2000 - Plan de gestion 2001-2005 de la réserve naturelle de l'étang Saint Ladre. Commune de Boves. Somme. Document pour examen et validation par les membres du Comité consultatif de gestion. CSNP. 140 p + annexes.

DERVAUX C., 2005 – Le pâturage dans les Réserves naturelles, synthèse des réponses au questionnaire détaillé de 2002 à 2003, RNF, 62 p.

DETAINT M., 2001 - Trois cas d'espèces invasives animales dans le Sud-Ouest de la France : problématique et prise en compte dans la gestion des espaces. In Les espèces invasives : problématique et gestion (éd. USTL), Villeneuve d'Ascq, 46-52.

DETCHEVERRY P., GALAND N., 2005 - Document d'objectifs du site Natura 2000 n°41 "Marais d'Athis". CPNCA, 60 p. + annexes.

DUCHE Y., RIGOLOT E., 2004 – Équipement du territoire : le brûlage dirigé, bases scientifiques et réalisations. Rendez-vous techniques, ONF, n°4 : 36–40.

DUFOUR Y., MAILLIER S., 2006 – Plan de gestion 2006-2010 de la Réserve Naturelle de l'Étang Saint-Ladre à Boves (Somme). Version définitive du 22 juin 2006. CSNP, 106 p. + annexes.

DUMAS Y. et GAMA A., 1998 - Contrôle des rejets de souches : une technique pour la gestion d'espaces arborés. Bulletin technique de l'ONF n° 35 : 21-28.

DUPIEUX N., 1998 - La gestion conservatoire des tourbières de France : premiers éléments scientifiques et techniques. Espaces Naturels de France, 244 p.

DURANEL A., 1999 - Gestion des milieux humides bourguignons par le pâturage extensif équin. Rapport de stage, Conservatoire des sites naturels bourguignons, Université de Bourgogne.

DURFORT, 1997 - Suivi scientifique des travaux de génie écologique et de gestion de la tourbière du Corong et de la lande de Locarn, Fédération Centre-Bretagne Environnement, 21 p.

ÉCOSPHERE, 1994 - Le marais d'Épisy (77) : synthèse des premiers résultats des expérimentations et perspectives d'avenir, 55 p.

ÉCOTHEME, CSNP, 2004 - Préservation et mise en valeur du Grand Marais, Liesse-Notre-Dame (Aisne). Plan de gestion 2005-2009. 127 p.

FAVEROT P., CREN Rhône-Alpes, 2005 - Stratégie d'intervention et moyens de lutte contre les espèces invasives de zones humides, Document de synthèse de la cinquième journée d'échanges techniques entre les gestionnaires d'espaces naturels de Rhône-Alpes, 5 avril 2005 à Brégnier-Cordon, 88 p.

FAVEROT P., THEVENIER A., 1999 - Comment gérer et maîtriser la fréquentation en marais et tourbières ? Conservatoire Rhône-Alpes des Espaces Naturels.

Fédération des sociétés pour l'étude, la protection et l'aménagement de la nature dans le Sud-Ouest, 2003 - Les invasions d'espèces. Sud-Ouest Nature. n° 120, 52 p.

FEVRE J.L., 1988 - Accueillir les visiteurs sur le terrain. Manuel de l'animateur terrain. ATEN, 48 p.

FIERS V., 2003 - Études scientifiques en espaces naturels. RNF, ATEN, 95 p.

Forum des Marais Atlantiques, 2003 - Les espèces exotiques envahissantes des zones humides / Colloque Sallertaine, 13-14 novembre 2003. Rochefort.

Forum des marais atlantiques, 2004 - Piste de valorisation de deux espèces animales envahissantes : le ragondin et l'écrevisse de Louisiane, 24 p.

FOUARD E., 1999 – Le rôle du Parquet, in Ecobuage et gestion de l'espace, Montagnes méditerranéennes, n°10 : 13-16.

FOULON S., 2002 - Le ragondin et le rat musqué sur le bassin Loire. Luttes et résultats. 22 p.

FRANCEZ A.J., 1999 - Tourbières et marais tourbeux de Picardie : inventaire - typologie - élaboration de stratégies de gestion. DIREN Picardie, Amiens, 103 p. + annexes.

FRANÇOIS R. (CSNP), 2005 – Les tourbières de Picardie : présentation générale, intérêt patrimonial, problématiques de conservation/gestion. Site Internet du Pôle-relais Tourbières (Fédération des CEN de France) : www.pole-tourbieres.org

FRANÇOIS R. (CSNP), HAUGUEL J.-C. (CBNBl), FRIMIN D. (CSNP), LEBRUN J. (CSNP), 2006 – Plantes sauvages remarquables des marais tourbeux alcalins de la Souche (Aisne) : observations 2001-2005 et premier bilan des actions de conservation. Bulletin de la Société Linnéenne Nord-Picardie. Vol. 23 : 78-96.

FRANÇOIS R., ANANIE C., 2005 - Préservation et mise en valeur des marais du Routy et de l'Abattoir, Chivres-en-Laonnois (02). Plan de gestion 2005-2009. CSNP, Amiens, 97 p.

FREDON PAYS DE LA LOIRE, 2003 - État des lieux sur les espèces animales exotiques envahissantes / Colloque Sallertaine, 13-14 novembre 2003. 23 p.

FROC S., RIVEZ S., 2003 - Marais de Germont-Busancy (Ardennes) : Documents d'objectifs du site Natura 2000 n°42. Document de synthèse. CPNCA, 66 p. + annexes.

G.I.S. Macrophytes des Eaux Continentales, 1997 - Biologie et écologie des espèces végétales proliférant en France. Synthèse bibliographique. Centre de Recherches Ecologiques de l'Université de Metz, Cemagref de Lyon et de Bordeaux. Les études de l'Agence de l'eau n°68, 199 p.

GARNERO V., BUR S., 2006 - Le marais de Bourneville à Marolles, département de l'Oise. Plan de gestion 2006-2010. CSNP, 185 p.

GEOGRAM, 1996 – Étude des tourbières alcalines de Champagne. Impact de l'exploitation de la tourbe sur la diversité biologique et la restauration des tourbières. Rapport Géogram, 107 p + 24 p.

GIRAUD P., 2005 - Identification des unités hydro-écologiques des marais de Fontenay-le-Vicomte (91) et propositions d'aménagements. Rapport Master professionnelle "connaissance, gestion et mise en valeur des espaces aquatiques continentaux", 69 p. + annexes et cartes.

GOBA T J.M., GROSVERNIER P. et MATTHEY Y., 1986 - Les tourbières du Jura suisse. Milieux naturels, modifications humaines, caractères des tourbes, potentiel de régénération. Société jurassienne d'émulation, Extraits des Actes, 213-315.

GROSSI J.-L., BERTHIER V., TARDY B., 2004 - Bilan et révision du plan de gestion des tourbières de l'Herrétang (2005-2009), AVENIR, 166 p.

HANON D., – Tourbière de Picardie, Aide à la mise en place d'une politique de gestion. Mémoire de DESS, DIREN Picardie, Amiens, 49 p.

HAUGUEL J.-C. (CSNP), 1999 - Contribution à l'étude des sphaignes de Picardie. Bulletin de la Société Linnéenne Nord-Picardie. vol. 17 : 20-43.

HAWKE C.J., JOSE P.V., 1996 – Reedbed management for commercial and wildlife interests, RSPB, 212 p.

HECKER N., 1998 - Guide bibliographique pour la gestion des zones humides en France. Station biologique de la Tour du Valat, ATEN.

HERMANT F., 1996 – Le peuplier dans son environnement : éléments de réflexion sur la populiculture et ses impacts écologiques. Rapport de DESS, Université des sciences et technologies de Lille, Centre régional de la propriété forestière Nord Pas-de-Calais/Picardie.

INRA & CEMAGREF, 2006 - Pesticides, agriculture et environnement : réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux. Rapport d'expertise scientifique collective, MAP et MEDD.

ISL, AQUALIS, HARDY X., 2001 - Guide des recommandations pour la gestion des écoulements sur le bassin versant de l'Aa.

JADOT J., 2002 - Étude hydrogéologique des marais de Blagny-Tronville, Belloy-sur-Somme et Tirancourt. Mémoire de DESS, QGE UPJV, CSNP, Amiens, 84 p. + annexes.

JORANT J.A., 2003 - Marais de Roussent (Roussent, Pas-de-Calais). Plan de gestion 2002-2006. CSNNPC, Wambrechies, 132 p.

JORANT J.A., 2005 - Renouvellement du plan de gestion du Marais de Villiers (Saint-Josse, 62). FEDER, Conseil Régional NPdC, CSNNPC, 127 p. + annexes.

LAUTIER T., MEURISSE D., 2003 - Document d'objectifs Natura 2000 du site n° FR2300122 « Marais Vernier – Risle Maritime ». PNR des Boucles de la Seine Normande. Tome 1, Document de synthèse. Tome 2, Document technique. Tome 3, Atlas cartographique. 56 p. + 151 p. + cartes.

LE BIHAN J & BIRARD C. [coord.], 2004 – Recueil d'expériences en matière de gestion des roselières. Fédération des Parcs Naturels régionaux, Paris, 136 p.

LE BISSONNAIS Y., THORETTE J., BARDET C., DAROUSSIN J., 2002 - L'érosion hydrique des sols en France. IFEN, INRA.

LE NEVEU C., LECOMTE T., 1990 - Gestion des zones humides et pastoralisme. Ministère de l'Aména-gement du Territoire et de l'Environnement, 107 p.

LECOMTE T., 1995 - Gestion écologique par le pâturage : l'expérience des réserves naturelles. Guide ATEN, 76 p.

LECOMTE T., 2002 - Restauration, par voie de curage, de l'étang de la grand'Mare (Marais vernier, Eure) ; bilan de la 1ère tranche de travaux. Rapport PNR des boucles de la Seine normande, 37 p.

LECOMTE T., 2005 - Herbivore et biodiversité dans une perspective de gestion et préservation de la diversité biologique. Diaporama Powerpoint.

MAES E., 2002 - Le suivi de la végétation des pâturages, Présentation de méthodes simples pour l'analyse floristique et pour l'observation de la pression pastorale. GEODE, 56 p. + annexes.

MAJCHRZAK Y., 1992 - Évolution des communautés végétales de marais tourbeux soumises au pâturage de bovins et d'équins : application pour la gestion conservatoire d'une zone humide, le marais de Lavours (Ain). Grenoble : Université Grenoble I, 117 p.

MANGEOT A., 1995 – Gestion des milieux ouverts : brûlages dirigés, un outils à maîtriser. Actes du Forum des gestionnaires « La gestion des milieux herbacés » (Paris, mars 1995). Ministère de l'Environnement, Réserves naturelles de France, Espaces naturels de France, 51-62.

MANNEVILLE O., 1996 - Utilisation du pâturage extensif dans la gestion conservatoire des écosystèmes tourbeux ou paratourbeux : intérêts et limites. Cahiers scientifiques et techniques, 2 : 6-10.

MANNEVILLE O., VERGNE V., VILLEPOUX O., 2006 - Le monde des tourbières et des marais : France, Suisse, Belgique et Luxembourg. 2e éd. Delachaux et Niestlé, 320 p.

MARTIN-THERRIAUD F., LIARAS M., LEMAITRE O., 2005 - Sécurité, responsabilités, assurances : l'accueil du public dans les espaces naturels, guide juridique. ATEN, 136 p.

MARY M., 2002 - Évaluation des plans de gestion 1997 – 2001 « Le Grand et le Petit marais de Oyes » Marais de Saint-Gond (Marne). CPNCA, 22 p. + annexes.

MAUCHAMP A., THIBAULT M., YAVERKOVSKI N., 2003 - Assistance au suivi et à la gestion des roselières des réserves naturelles de France. Rapport n°2. Station biologique de la Tour du Valat, 79 p.

MEA, 2005 - Synthesis Report Strengthening capacity to manage ecosystems sustainably for human well-being. Millennium Ecosystem Assessment, 219 p.

MERIAUX J.L., TOMBAL P., 1984 - L'environnement en Picardie / Actes du colloque organisé par l'Association pluridisciplinaire des biologistes de l'environnement de Picardie. Amiens, les 9 et 10 octobre 1984. 233 p.

MICHELOT J.L. et al., 2006 - Données sur l'eau dans les milieux naturels. Réserves Naturelles de France, 84 p.

MONTEGUT J., Groupe COLUMA-ANPP, 1987 - Les plantes aquatiques : milieu aquatique, entretien, désherbage.

MOORE P.D., 2002 - The future of cool temperate bogs. Environmental Conservation, 29 : 3-20.

MORAND A., DARINOT F., MANNEVILLE O., MAJCHRZAK Y., BEFFY J-L., 1998 - Conséquences des modes de gestion conservatoire (pâturage équin et bovin, pâturage mixte, fauche et débroussaillement) sur la dynamique des communautés végétales de la Réserve Naturelle du Marais de Lavours (Ain, France ; bilan de 1987 à 1996). 30 p. + annexes.

MOULINAT J., 2002 – Suivi scientifique d'une opération de décapage superficiel de la tourbière sur le grand marais de Oyes, Bilan 1997 – 2002, Marais de Saint Gond (Marne). CPNCA, 10 p.

MOULINAT J., MARY M., 2003 - Plan de gestion 2003 – 2007 « Le Grand et le Petit Marais de Oyes » Marais de Saint-Gond (Marne). CPNCA, 74 p. + annexes.

MULLER S., 2001 - *Elodea canadensis* l'élodée du Canada, *Elodea nuttallii* l'élodée à feuilles étroites, *Elodea callitrichoïdes* l'élodée à feuilles allongées. In Les invasions biologiques causées par les plantes exotiques sur le territoire français métropolitain. État des connaissances et propositions d'actions. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Direction de la Nature et des Paysages, 65-68.

MULLER, S. (coord.), 2004 - Plantes invasives en France : état des connaissances et propositions d'actions. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. Patrimoines naturels, 62 : 168 p.

NEPVEU C., SAINT-MAXENT T., 2002 - Les espèces végétales et animales susceptibles de proliférer dans les milieux aquatiques et subaquatiques, fiches espèces animales et végétales. Rapport de DESS - Agence de l'Eau Artois-Picardie, 199 p + 144 p.

NORTON, D.A. &. DE LANGE, P.J., 2003 - Fire and vegetation in a temperate peat bog : Implications for the management of threatened species. Conserv. Biol., 17: 138–148.

Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), 1998
Mesures techniques de régénération dans les hauts-marais, guide pratique (Suisse).

ONF, CSNNPDC, 2006 – Restauration du marais communal de Douriez, Exploitation de peupleraies, 5 p.

PARC INTERREGIONAL DU MARAIS POITEVIN, 2001 - Le piégeage des rongeurs déprédateurs réalisé dans le cadre de la lutte collective. Mise en œuvre et techniques appliquées dans les Marais Poitevin. 34 p.

PASCAL M., LORVELEC O., VIGNE J.-D., KEITH P. & CLERGEAU P. (coord.), 2003 - Évolution holocène de la faune de Vertébrés de France : invasions et disparitions INRA, CNRS, MNHN. Rapport au MEDD (DNP), Version définitive du 10 juillet 2003, Paris, 381 p.

PAX N., 1997 - Biodiversité des tourbières alcalines de Lorraine. Th. Fac. Pharm. Nancy, 326 p.

PELTRE M.C., DUTARTRE A., BARBE J., HAURY J., MULLER S., OLLIVIER M., 2002
Les proliférations végétales aquatiques en France : caractères biologiques et écologiques des principales espèces et milieux propices. I. Bilan d'une synthèse bibliographique. II. Impact sur les écosystèmes et intérêt pour le contrôle des proliférations. Bull. fr. Pêche Piscic., 237-280.

PILLON Y., QAMARUZ-ZAMAN F., FAY F.M., HENDOUX F., PIQUOT Y., 2007 - Genetic diversity and ecological differentiation in the endangered fen orchid (Liparis loeselii) Conserv. Genet. 8:177-184.

PNR des Caps et Marais d'Opale, 2003 - Guide technique de la lutte contre l'érosion des sols en Caps et Marais d'Opale. PNR CMO, Le Wast, 44 p.

PONS P., 1998 - Évaluation des impacts d'un brûlage dirigé sur la faune d'un maquis méditerranéen. in Brûlage dirigé, Pastum Numéro spécial 51-52 : 93-95.

POTEVIN E., 2005 - Ecopastoralisme sur des marais de la région d'Amiens. Suivi et propositions d'améliorations de la conduite du troupeau. Rapport de stage, CSNP, Amiens, 41 p.

QUINTY F. & ROCHEFORT L., 2003 -
Guide de restauration des tourbières, 2e édition. Association canadienne de mousse de sphaigne et Ministère des ressources naturelles du Nouveau-Brunswick. Québec, Québec. 119 p.
(http://www.peatmoss.com/pm-restguide.php)

RAMADE F., 2002 - Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Réédition Ediscience, Paris, 822 p.

RICHARD P., DABRY J., 2004 - Piézométrie, entomologie et évolution des habitats des tourbières alcalines. CSL, 29 p.

RICHARD P., SARDET E., 2003 - Rapport d'étude : Suivi écologique de la tourbière alcaline de Pagny-sur-Meuse (55). CSL, 10 p. + annexes.

RIGOLOT E., 1998 - Les effets du brûlage dirigé sur le sol. in Brûlage dirigé,
Pastum Numéro spécial 51-52 : 81-86.

ROWEL TA., 1998 – The peatland management handbook, Nature Conservancy Council, 44 p.

S. MAILLIER & R. FRANCOIS, 2006 -
Expériences de dévitalisation des souches de saules en marais tourbeux alcalin. CSNP.

SAJALOLI B., 1993 - Les zones humides du Laonnois (Aisne) : fonctionnement, usages, gestion. 2 tomes. Thèse de doctorat Paris I (Géographie).

SALAÜN F., 2000 - La genèse et le fonctionnement actuel des marais de Saint-Gond : introduction à l'hydrologie et à l'hydrogéologie des marais, DEA Univ. de Reims, 131 p.

SALIOU P. et HENDOUX F., 2003
Petit guide de quelques plantes invasives aquatiques et autres du nord de la France, CBN de Bailleul, 28 p.

SCE, 2001 - Préparation de la reconversion économique et écologique de la tourbière d'Heurteauville. Phase 1, collecte des données de base. Phase 2, établissement des scénarios. Phase 3, présentation du scénario proposé. PNR des Boucles de la Seine Normande. 92 p. + 64 p. + 65 p. + annexes.

SCHUMANN M., JOOSTEN H., 2006
A global peatland restoration manual [en ligne] :
http://www.imcg.net/docum/prm/peat_rm_draft_01.pdf

SERVAN J. & ARVY C., 1996 - Introduction de la Tortue de Floride Trachemys scripta en France. Un nouveau compétiteur pour les espèces de tortues d'eau douce européennes. In Connaissance et gestion du patrimoine aquatique. Les introductions des espèces dans les milieux aquatiques continentaux en métropole. Séminaire Ministère de l'Environnement, GIP HydrOsystèmes (éd. C. S. Pêche), Bulletin Français de la Pêche et de la Protection des milieux aquatiques, Paris, 173-177.

SHEPPARD A.W., SHAW R.H. & SFORZA R., 2006
Top 20 environmental weeds for classical biological control in Europe: a review of opportunities, regulations and other barriers to adoption. Weed Research, 46 : 93–117.

SINNASSAMY & MAUCHAMP, 2001
Roselières, Gestion fonctionnelle et patrimoniale. Cahier technique n° 63, ATEN, 96 p.

Société d'Études Générales d'Infrastructures, Conseil Général de Seine-et-Marne, 2006 - Étude hydrologique et hydrogéologique de l'espace naturel sensible du marais d'Épisy et de ses abords. Rapport de synthèse. 134 p.

TERRIER C., 2000 - L'accessibilité des sites naturels au public handicapé. La réserve naturelle volontaire des étangs du Romalaere, ATEN, 64 p.

THEVENIN S., 1993 - Observations sur les groupements végétaux des zones d'érosion des tourbières alcalines de la région de Reims, Bulletin de la Société d'Études des Sciences Naturelles de Reims n°7 : 54-57.

TIEMERMANN T., 2003 - Nutzungsmöglichkeiten der Röhrichte und Riede wiedervenässter Niedermoore Mecklenburg-Vorpommerns,
Greifswalder Geographische Arbeiten, 31 : 31-42.

TOMATIS J., 1987 - Les maisons de parcs. Aménager une structure d'accueil dans les parcs, 155 p.

VALETTE J.C., GOMENDY V., MARECHAL J., HOUSSARD C., GILLON D., 1994 - Heat transfer in the soil during very low-intensity experimental fires: the role of duff and soil moisture content. International Journal of Wildland Fire 4 : 225-237.

VERGNE V., DEBOUDT P. et al, 1998
Les tourbières et les milieux humides du Nord de la France / Actes du XIIe Colloque annuel du Groupe d'Étude des Tourbières dans les régions Nord-Pas de Calais et Picardie. Cahiers de Géographie Physique, USTL, Villeneuve d'Ascq, 146 p.

VERHOEVEN J.T.A. & BOBBINK R., 2001
Plant diversity of fen landscapes in The Netherlands. Pages 65-87 in Gopal, B., et al. (eds.), Biodiversity in wetlands : assessment, function and conservation, Vol. 2. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.

WATTEZ J.-R., FLIPO S., 1998
La flore des marais arrière-littoraux et son évolution récente. Les tourbières et les milieux humides du nord de la France / Actes du Colloque annuel du Groupe d'Étude des Tourbières dans les régions Nord - Pas de Calais, Picardie, 8-12 juillet 1997. Cahiers de Géographie Physique, USTL, Villeneuve d'Ascq, 51-56.

WICHTMANN W., 2003
Use of biomass from rewetted peatlands, Greiswalder Geographische Arbeiten, 43-56.

WITTENBERG, R. (ed.), 2005
An inventory of alien species and their threat to biodiversity and economy in Switzerland. CABI Bioscience Switzerland Centre report to the Swiss Agency for Environment, Forests and Landscape, 417 p.

ZABINSKI D., DETCHEVERRY P., 2005
Suivi scientifique sur cinq ans des effets du pâturage, état des lieux, Marais de Saint-Gond (Marne), CPNCA, 72 p.

Des références bibliographiques complémentaires sont disponibles sur le site Internet du Pôle-relais tourbières :

http://www.pole-tourbieres.org

Notes



Ce guide technique sur la gestion des tourbières et marais alcalins des vallées alluviales de France septentrionale a pour but à la fois de faire le bilan des expériences de gestion menées depuis une dizaine d'années sur ces milieux et de se concentrer sur une région géographique homogène (ici le bassin parisien au sens large). Ce projet est né de la volonté des gestionnaires, des scientifiques ainsi que des collectivités, agences de l'eau et DIREN partenaires de valoriser leurs savoirs et d'échanger sur leurs compétences et leurs expériences qui sont très variées, au vu de la grande surface du bassin concerné et de l'hétérogénéité des sites et des problématiques locales. Ainsi si chaque cas est relativement unique, son analyse peut cependant être utile aux autres sites du réseau.

Les fiches thématiques et les fiches sites ont été discutées lors de trois rencontres (Amiens, Marais Vernier et Marais de Saint-Gond) au cours de débats vifs et fructueux ; leur richesse, leur diversité et l'implication, souvent sur le long terme, des acteurs font la valeur de l'ouvrage. L'animation de ces rencontres a été réalisée par les Pôles-relais "zones humides intérieures" et "tourbières". Le Pôle-relais tourbières s'est chargé de rassembler les données nécessaires à la rédaction de cet ouvrage.

Même si ce guide s'intéresse aux tourbières et marais alcalins des vallées alluviales de France septentrionale, il est probable qu'il sera fort utile et applicable dans d'autres régions françaises possédant des marais de vallée (marais du Cotentin et du Bessin, Brière et vallée de l'Erdre, marais de Lavours et d'autres sites du bassin du Haut-Rhône, etc).

Nous souhaitons, d'une part, que ce groupe "Bassin Parisien" et la dynamique d'échanges d'expériences qu'il a suscitée se poursuive et s'enrichisse et, d'autre part, que de nouveaux groupes d'échanges se forment dans d'autres régions riches en tourbières, à la suite de ceux du Massif Central et des Pyrénées. D'autres guides techniques de ce type pourront alors voir le jour sous la houlette du Pôle-relais tourbières.

Olivier Manneville,
Président du Conseil Scientifique du Pôle-relais tourbières.

Une publication de la Fédération des Conservatoires d'Espaces Naturels, dans le cadre du Pôle-relais tourbières, du Plan National pour les Zones Humides, en partenariat avec le Fédération des Parcs Naturels Régionaux

Avec la participation financière des Agences de l'eau Seine-Normandie, Artois-Picardie et Rhin-Meuse, des Directions régionales de l'environnement de Franche-Comté, Picardie et Ile-de-France, des Conseils régionaux de Lorraine et de Picardie

JC.AUGÉ ■ 03 81 81 59 86