

Évaluation de l'état de conservation des milieux alluviaux dans les réserves naturelles

- Application et finalisation de protocoles -



MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Illustrations de la page de couverture :

Photographies personnelles illustrant les quatre milieux faisant l'objet d'une évaluation dans le cadre de l'application de la méthode :

à gauche, forêt de bois durs et en bas, prairie alluviale dans la réserve naturelle de l'Île de la Platière ;

à droite, les bords de Loire près de Mesves-sur-Loire et en haut, forêt de bois tendres dans la réserve naturelle du Val de Loire.

AGROPARISTECH –ENGREF
14, rue Girardet
CS 14216
54042 Nancy Cedex

RÉSERVES NATURELLES DE FRANCE
6 bis rue de la Gouge
BP 100
21803 Quétigny Cedex

Évaluation de l'état de conservation des milieux
alluviaux dans les réserves naturelles
- Application et finalisation de protocoles -

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Isabelle Meurillon
19^e promotion
2008-2011

Juin 2011

FICHE SIGNALÉTIQUE D'UN TRAVAIL D'ÉLÈVE DE LA FIF

Formation des ingénieurs forestiers de l'ENGREF AgroParisTech	TRAVAUX D'ÉLÈVES
TITRE : Evaluation de l'état de conservation des habitats alluviaux dans les réserves naturelles - Application et finalisation de protocoles -	Mots clés : état de conservation, habitats alluviaux, Réserves naturelles de France
AUTEUR(S) : Isabelle Meurillon	Promotion : 19 ^e promotion (2008-2011)
Caractéristiques : 1 volume ; 133 pages ; 18 figures ; 39 annexes ; 4 cartes ; bibliographie.	

CADRE DU TRAVAIL

<p style="text-align: center;">ORGANISME PILOTE OU CONTRACTANT : Réserves naturelles de France 6 bis, rue de la Gouge BP 100 – 21803 Quétigny Cedex</p> <p>Nom du responsable : Bernard Pont Fonction : conservateur de la réserve naturelle de l'Île de la Platière et président de la commission scientifique de RNF</p>		
Nom du correspondant ENGREF (pour un stage long) : Damien Marage		
Tronc commun <input checked="" type="checkbox"/>	Stage en entreprise <input type="checkbox"/>	Autre <input type="checkbox"/>
Option <input type="checkbox"/>	Stage à l'étranger <input type="checkbox"/>	
D. d'approfondissement <input type="checkbox"/>	Stage fin d'études <input checked="" type="checkbox"/>	
Date de remise :		
Contrat avec Gref Services Nancy <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON		

SUITE A DONNER (réservé au service des études)

- Consultable et diffusable
- Confidentiel de façon permanente
- Confidentiel jusqu'au / / , puis diffusable

RÉSUMÉ

Suite au manque de connaissances sur l'état de conservation des habitats, un stage a abouti en 2008 à la définition de protocoles d'évaluation de l'état de conservation des habitats alluviaux. L'effervescence autour de ce sujet nécessitait qu'une méthode standardisée soit finalisée et diffusée aux gestionnaires pour 2011. La consultation d'ouvrages bibliographiques récents, des réflexions plus précises, la sollicitation d'experts et des tests sur le terrain ont permis d'améliorer ces outils. Les gestionnaires des réserves naturelles pourront intégrer cette évaluation dans les plans de gestion de façon périodique et vérifier ainsi les effets de la gestion qu'ils y mènent ou de la non-intervention qu'ils y préconisent.

ABSTRACT

Since little is known on the assessment of state of habitats conservation, the management plans, required for every French nature reserves, showed different initiatives to study habitats. Therefore, the definition of a common methodology is needed. By focusing on the case of alluvial habitats and thanks to a literature review, a work on monitoring protocols and some assessments in forests and meadows, we established a method which considers various criteria to define the state of conservation. This study should provide evaluation tools allowing managers of protected areas to better understand the dynamics of alluvial habitats and to define guidelines to increase the efficiency of their practices.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier mon maître de stage Monsieur Bernard Pont pour m'avoir accueillie à la réserve naturelle de l'Île de la Platière durant ces six mois, pour le partage de son expérience et l'apport de ses connaissances techniques et de ses réflexions, pour l'aide sur le terrain et pour la relecture de mon mémoire de fin d'études.

Merci aussi à Monsieur Damien Marage (AgroParisTech-ENGREF) pour avoir suivi mon stage, pour son aide et ses conseils et pour sa participation aux réunions qui ont ponctué ces six mois.

Merci à Madame Gudrun Bornette (Université Lyon 1) pour l'honneur qu'elle me fait d'assister à ma soutenance et de faire partie du jury.

J'adresse mes remerciements à Monsieur Nicolas Debaive (Réserves naturelles de France) qui a suivi avec attention ma progression durant ce stage.

Je remercie aussi vivement Monsieur Nicolas Pointecouteau, conservateur de la réserve naturelle du Val de Loire et Monsieur Jean-Pierre Irlinger, conservateur des réserves naturelles rhénanes, pour l'accueil dans leurs locaux et leur aide, facilitant le bon déroulement de la phase terrain. Merci aussi à Monsieur Frédéric Lonchamp et Monsieur Arnaud Pringarbe de la réserve naturelle de l'Île du Rohrschollen pour leurs remarques sur mon travail et leur partage d'expérience. Je remercie aussi Madame Carole Desplanque, conservateur de la réserve naturelle des Îles du haut Rhône et Monsieur Michel Chantreau, conservateur de la réserve naturelle de Saint-Mesmin pour la documentation et les informations fournies utiles à l'élaboration de cette méthode.

Merci aux différents experts rencontrés au cours des réunions ou contactés tout au long de la période du stage pour leurs réponses à mes questions, pour leurs critiques constructives et pour le temps qu'ils m'ont accordé.

Je remercie aussi sincèrement toute l'équipe de l'association des Amis de l'Île de la Platière pour leur bon accueil.

TABLE DES MATIÈRES

Table des annexes

Table des figures

Table des tableaux

Index alphabétique des sigles

Avant-propos.....	1
Introduction	2

1. Définitions et explications des concepts fondamentaux pour l'évaluation de l'état de conservation des habitats alluviaux..... 3

1.1. Les milieux alluviaux, des éco-complexes fragiles soumis à l'influence de facteurs naturels et humains.....	3
1.1.1. Description des milieux alluviaux et de leur originalité.....	3
1.1.2. Facteurs limitant le fonctionnement écologique des milieux alluviaux.....	3
1.2. Évaluation de l'état de conservation des habitats naturels.....	4
1.2.1. La notion d'habitat naturel	4
1.2.2. L'habitat naturel face aux perturbations.....	5
1.2.3. Définition de l'état de conservation d'un habitat naturel selon la directive Habitats-Faune-Flore.....	5
1.2.4. Définition du bon état de conservation	6
1.3. Justification du choix des milieux alluviaux pour la mise en place de protocoles d'évaluation de l'état de conservation.....	7
1.4. Les démarches d'évaluation mises en place par quelques réserves naturelles fluviales	8

2. Principes de la méthode d'évaluation de l'état de conservation des habitats et démarche adoptée pour son élaboration..... 11

2.1. Nécessité de définir un état de référence.....	11
2.2. Choix de critères déclinés en indicateurs	13
2.3. Échelle d'étude	14
2.4. Justification des critères et indicateurs retenus	14
2.4.1. Des indicateurs d'altération des différents flux pour évaluer la fonctionnalité de l'hydrosystème	15
2.4.2. Des indicateurs de surface, de structures, fonctions et de vulnérabilité pour évaluer l'état de conservation des grands types d'habitats alluviaux.....	20

3. Les améliorations apportées aux protocoles, vers un cadre méthodologique commun.....28

3.1. Notion de suivi	28
3.2. Caractéristiques du protocole	28
3.3. Définition du domaine d'application.....	29
3.4. Modifications dans le choix des critères et des indicateurs	29
3.4.1. Modifications du protocole d'évaluation de la fonctionnalité de l'hydrosystème	29
3.4.2. Améliorations des protocoles d'évaluation de l'état de conservation des forêts de bois durs et des forêts de bois tendres	29
3.4.2.1. Changements apportés aux indicateurs.....	29

3.4.2.2.	Modifications des valeurs seuils.....	30
3.5.	Recherche d'indicateurs non corrélés.....	30
3.6.	Efforts d'échantillonnage	31
3.6.1.	Travail préalable.....	31
3.6.2.	Échantillonnage stratifié des forêts de bois durs	31
3.6.3.	Échantillonnage par transect des forêts de bois tendres	33
3.6.4.	Échantillonnage des milieux ouverts.....	34
4.	Évaluation de l'état de conservation par un système de notation.....	35
4.1.	Méthodes de notation	35
4.2.	Explication de la méthode choisie.....	36
4.2.1.	Première étape : attribution de notes intermédiaires pour chaque indicateur.....	37
4.2.2.	Deuxième étape : calcul d'une note de synthèse (écart à la note maximale potentielle) par habitat générique	38
4.2.3.	Discussion sur le système de notation.....	40
4.3.	Exemples d'application et premiers résultats	42
4.3.1.	Données récoltées.....	42
4.3.2.	Détails sur le temps nécessaire aux relevés de terrain.....	43
4.3.2.1.	Pour les placettes en forêt de bois durs.....	43
4.3.2.2.	Pour les placettes en forêts de bois tendres	46
4.3.3.	Analyse des données	47
4.3.3.1.	Des hydrosystèmes à la fonctionnalité altérée.....	47
4.3.3.2.	Les forêts de bois durs, des espaces menacés par les espèces exogènes et par une régénération déficitaire	50
4.3.3.3.	Les forêts de bois tendres, soumises au remplacement progressif des espèces typiques	52
4.3.3.4.	Des prairies et des pelouses relictuelles dont l'état de conservation dépend étroitement de la gestion conservatoire	54
5.	Bilan et perspectives.....	58
5.1.	Quelques problèmes soulevés au cours de l'analyse des données	58
5.2.	Dispositions pour la mise en application.....	59
5.3.	Apports de la méthode.....	59
	Conclusion.....	60
	Bibliographie.....	62
	Contacts.....	67
	Table des annexes.....	68

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : Définition des milieux alluviaux et liste des habitats concernés	70
Annexe 2 : Listes des espèces typiques des forêts de bois durs	75
Annexe 3 : Principaux éléments de l'analyse en composantes principales réalisée sur les placettes en forêts de bois durs et dans les peupleraies de la RN de l'Île de la Platière ..	77
Annexe 4 : Carte des placettes choisies en forêt de bois durs et peupleraie pour l'application du protocole dans la RN de l'Île de la Platière.....	78
Annexe 5 : Fiches de terrain pour le protocole « évaluation de l'état de conservation des forêts de bois durs ».....	79
Annexe 6 : Carte partielle des placettes choisies en forêt de bois tendres pour l'application du protocole dans la RN du Val de Loire.....	81
Annexe 7: Fiche de terrain pour la réalisation du protocole « évaluation de l'état de conservation des forêts de bois tendres »	82
Annexe 8 : Carte partielle des points de suivi prairies dans la RN de l'Île de la Platière.....	83
Annexe 9 : Tableau synthétisant les résultats du diagnostic de la fonctionnalité de l'hydrosystème pour neuf réserves naturelles, soumis aux avis des conservateurs des réserves.....	84
Annexe 10 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de la fonctionnalité de l'hydrosystème pour la réserve naturelle du Delta de la Sauer	85
Annexe 11 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de la fonctionnalité de l'hydrosystème pour la réserve naturelle de la Forêt d'Offendorf	86
Annexe 12 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de la fonctionnalité de l'hydrosystème pour la réserve naturelle de l'Île du Rohrschollen.....	87
Annexe 13 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de la fonctionnalité de l'hydrosystème pour la réserve naturelle de l'Île de Rhinau.....	88
Annexe 14 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de la fonctionnalité de l'hydrosystème pour la réserve naturelle de la Forêt d'Erstein.....	89
Annexe 15 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de la fonctionnalité de l'hydrosystème pour la réserve naturelle du Val de Loire	90
Annexe 16 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de la fonctionnalité de l'hydrosystème pour la réserve naturelle de Saint-Mesmin	91
Annexe 17 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de la fonctionnalité de l'hydrosystème pour la réserve naturelle de l'Île de la Platière	92
Annexe 18 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de la fonctionnalité de l'hydrosystème pour la réserve naturelle des Îles du Haut Rhône	93
Annexe 19 : Tableau synthétisant les résultats de l'évaluation de l'état de conservation des forêts de bois durs pour trois réserves	94
Annexe 20 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation des forêts de bois durs de l'île des Gravieres dans la RN de l'Île de la Platière en 1994 et 2002	95
Annexe 21 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation de l'ensemble des forêts de bois durs de la RN de l'Île de la Platière en 2011	96

Annexe 22 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation des peupleraies dans la RN de l'Île de la Platière en 2011	97
Annexe 23 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation des forêts de bois durs dans la « réserve forestière intégrale » de la RN du Val de Loire	98
Annexe 24 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation de l'ensemble des forêts de bois durs de la RN de l'Île du Rohrschollen.....	99
Annexe 25 : Tableau synthétisant les résultats de l'évaluation de l'état de conservation des forêts de bois tendres pour quatre réserves	100
Annexe 26 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation des forêts de bois tendres de la RN de l'Île de la Platière	101
Annexe 27 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation des forêts de bois tendres de la RN du Val de Loire	102
Annexe 28 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation des forêts de bois tendres de la RN du Delta de la Sauer	103
Annexe 29 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation des forêts de bois tendres de la RN de l'Île de Rhinau	104
Annexe 30 : Tableaux des calculs des variables renseignant les indicateurs pour l'évaluation de l'état de conservation des trois prairies étudiées de la RN de l'Île de la Platière.....	105
Annexe 31 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation de la prairie des Oves	106
Annexe 32 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation de la prairie des Gravier Nord	107
Annexe 33 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation de la prairie des Gravier Sud	108
Annexe 34 : Carte renseignant l'évaluation de l'état de conservation des forêts de bois durs et des peupleraies, par placette, dans la RN de l'Île de la Platière.....	109
Annexe 35 : Carte renseignant l'état observé de l'indicateur « arbres typiques » par rapport à l'état attendu grâce à l'écart à la note maximale potentielle dans les forêts de bois durs et les peupleraies, par placette, dans la RN de l'Île de la Platière.....	110
Annexe 36 : Listes d'espèces typiques de rhopalocères utilisées pour l'évaluation de l'indicateur « typicité du cortège de rhopalocères » dans le protocole d'évaluation de l'état de conservation des milieux ouverts	111
Annexe 37 : Représentation de la répartition des placettes pour les indicateurs de l'état de conservation des forêts de bois durs.....	112
Annexe 38 : Correspondance des noms latins et français des espèces végétales citées.....	114
Annexe 39 : Glossaire.....	114

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : L'habitat face aux perturbations	5
Figure 2 : Carte des réserves naturelles fluviales de France	7
Figure 3 : Mesures de la pertinence, de l'efficacité et de l'efficience	10
Figure 4 : Description des étapes de la démarche pour l'établissement de protocoles d'évaluation de l'état de conservation des milieux alluviaux	11
Figure 5 : Représentation graphique de l'évaluation des indicateurs participant à l'évaluation des peupleraies dans la réserve de l'Île de la Platière	33
Figure 6 : Représentation schématique d'une placette réalisée dans le cadre du protocole PCQM.....	34
Figure 7 : Nombre d'échantillons nécessaires en fonction de la précision souhaitée pour estimer la moyenne de la caractéristique « bois mort » avec un intervalle de confiance de 95%.....	45
Figure 8 : Nombre d'échantillons nécessaires en fonction de la précision souhaitée pour estimer la moyenne de la caractéristique « arbres typiques » avec un intervalle de confiance de 95%	45
Figure 9 : Nombre d'échantillons nécessaires en fonction de la précision souhaitée pour estimer la moyenne de la caractéristique « densité des arbres » avec un intervalle de confiance de 95%	47
Figure 10 : Représentation graphique de l'évaluation des indicateurs contribuant à la fonctionnalité de l'hydrosystème dans la réserve de l'Île du Rohrschollen (sans pondération)	48
Figure 11 : Représentation graphique de l'évaluation des indicateurs contribuant à la fonctionnalité de l'hydrosystème dans la réserve de Saint-Mesmin	49
Figure 12 : Représentation graphique de l'évaluation de l'état de conservation des forêts de bois durs dans la réserve de l'Île du Rohrschollen.....	50
Figure 13 : Représentation graphique de l'évaluation de l'état de conservation des forêts de bois durs dans la réserve de l'Île de la Platière	51
Figure 14 : Répartition des espèces inventoriées en forêt de bois tendres (en densité relative) dans les classes de hauteur, d'après les données PCQM de la réserve du Val de Loire ..	53
Figure 15 : Répartition des espèces inventoriées en forêt de bois tendres (en densité relative) dans les classes de hauteur, d'après les données PCQM de la réserve de l'Île de la Platière.....	53
Figure 16 : Comparaison du cumul mensuel des précipitations du début d'année 2011 par rapport aux précipitations moyennes de la période 1961-2009	55
Figure 17 : Représentation graphique de l'évaluation de l'état de conservation de la prairie des Graviers Nord (RN de l'Île de la Platière)	56
Figure 18 : Représentation graphique de la part de papillons typiques observés (en présence- absence) dans les prairies de la RN de l'Île de la Platière.....	57

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Description de méthodes d'évaluation de l'état de conservation des habitats mises en place dans neuf réserves naturelles.....	9
Tableau 2 : Critères et indicateurs, mesures à effectuer et seuils fixés pour le diagnostic de la fonctionnalité.....	16
Tableau 3 : Critères et indicateurs, mesures à effectuer et seuils fixés pour l'évaluation de l'état de conservation des forêts de bois tendres (version finale établie après modifications du protocole de Pecheur (2008))	21
Tableau 4 : Critères et indicateurs, mesures à effectuer et seuils fixés pour l'évaluation de l'état de l'état de conservation des forêts de bois durs.....	24
Tableau 5 : Critères et indicateurs, mesures à effectuer et seuils fixés pour l'évaluation de l'état de conservation des milieux ouverts	26
Tableau 6 : Présentation des avantages et des inconvénients de quelques méthodes de notation existantes sur l'évaluation de l'état de conservation des habitats	35
Tableau 7 : Renseignement des indicateurs par placette : exemple des valeurs prises par trois indicateurs pour quelques placettes de forêts de bois durs inventoriées dans la réserve naturelle de la Platière	38
Tableau 8 : Attribution d'une note à chaque indicateur par placette (même exemple).....	38
Tableau 9 : Détermination des notes moyennes des indicateurs et calcul de l'écart à la note maximale potentielle (même exemple)	39
Tableau 10 : Attribution d'un qualificatif à la fonctionnalité de l'hydrosystème et à l'état de conservation des habitats selon la valeur de l'écart à la note maximale potentielle	39
Tableau 11 : Système de notation considérant le relevé moyen : exemple des forêts de bois durs dans la réserve naturelle de l'Île de la Platière	40
Tableau 12 : Système de notation considérant la répartition des relevés dans les classes d'état	41
Tableau 13 : Données étudiées et taux d'échantillonnage pour les forêts de bois durs	42
Tableau 14 : Données étudiées et taux d'échantillonnage pour les forêts de bois tendres.....	43
Tableau 15 : Données étudiées et taux d'échantillonnage pour les milieux ouverts.....	43
Tableau 16 : Comparaison du temps passé (indiqué par le nombre de placettes échantillonnées) avec les coefficients de variation des variables « bois mort » et « arbres typiques »	44
Tableau 17 : Estimation du temps nécessaire à l'application du protocole en forêt de bois tendres	47
Tableau 18 : Bilan du diagnostic de l'hydrosystème dans neuf réserves.....	49
Tableau 19 : Bilan de l'évaluation de l'état de conservation des forêts de bois durs dans trois réserves.....	52
Tableau 20 : Bilan de l'évaluation de l'état de conservation des forêts de bois tendres dans quatre réserves.....	54
Tableau 21 : Bilan de l'évaluation de l'état de conservation des prairies et pelouses de la réserve de l'Île de la Platière	57

INDEX ALPHABÉTIQUE DES SIGLES

ACP : analyse en composantes principales

CBN : conservatoire botanique national

CREN : conservatoire régional des espaces naturels

CRPF : centre régional de la propriété forestière

CSA : conservatoire des sites alsaciens

MNHN : Muséum national d'histoire naturelle

ONF : Office national des forêts

PCQM : *point-centered quarter method*

RN : réserve naturelle

RNF : Réserves naturelles de France

SIG : système d'information géographique

SPN : service du patrimoine naturel

AVANT-PROPOS

L'association Réserves naturelles de France fédère l'ensemble des organismes gestionnaires et les personnels des réserves naturelles. Elle facilite les échanges et la mutualisation des moyens. Elle fournit de plus un appui aux gestionnaires dans le but d'assurer une gestion conservatoire exemplaire et la restauration du patrimoine naturel.

Les réserves naturelles nationales (classées par arrêté ministériel), régionales (arrêtées par les conseils régionaux) ou de Corse, au-delà de leur mission première de protection à long terme d'un patrimoine exceptionnel, garantie par un outil réglementaire fort, ont développé des fonctions complémentaires : la sensibilisation à la protection de la nature, l'éducation à l'environnement et la participation à la valorisation et au développement durable des territoires dans lesquels elles s'inscrivent.

L'établissement d'une méthode d'évaluation de l'état de conservation des habitats alluviaux répond à une autre mission de Réserves naturelles de France qui est l'amélioration de la connaissance et le suivi du patrimoine naturel par le développement et l'expérimentation de protocoles et de méthodologies, l'expérimentation scientifique et technique des modalités de gestion.

Avertissement : Pour ne pas alourdir le texte, le sigle RNF pour Réserves naturelles de France sera utilisé dans la suite du mémoire.

INTRODUCTION

Trois directives transposées dans le droit français contraignent la France à une obligation de résultats sur l'état de conservation des espèces et des habitats (directive Oiseaux de 1979 (79/409/CEE, 1979), directive Habitats-Faune-Flore de 1993 (92/43/CEE, 1992)) et sur le bon état écologique des masses d'eau (directive cadre sur l'eau de 2000 (2000/60/CE, 2000)). Les échéances concernant le bilan de l'état de conservation des habitats naturels et des espèces d'intérêt communautaire et l'atteinte du bon état écologique des masses d'eau sont proches, respectivement en 2013 et 2015. Le contexte actuel est certes à la construction de nombreux outils de connaissances, de préservation et de gestion du patrimoine naturel et de l'eau par différents organismes (le système d'information sur la nature et les paysages (SINP), le service du patrimoine naturel (SPN) du Muséum national d'histoire naturelle (MNHN), les directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL), les conservatoires botaniques nationaux (CBN), les parcs nationaux (PN), les conservatoires régionaux des espaces naturels (CREN), les centres régionaux de la propriété forestière (CRPF) et l'Office national des forêts (ONF)) destinés aux opérateurs de Natura 2000, aux parcs nationaux, aux parcs naturels régionaux et aux réserves naturelles mais le besoin d'outils permettant l'évaluation de l'état des milieux naturels est loin d'être comblé.

Aujourd'hui, de nombreuses démarches isolées existent au sein du réseau des réserves naturelles (RN) de France mais l'évaluation est souvent réalisée à dire d'experts et n'est pas satisfaisante d'un point de vue scientifique. Suite à ce manque de connaissances et de méthodes sur l'état de conservation des habitats, RNF avait abouti, grâce à un bilan des réflexions et des données existantes sur le sujet (Pecheur, 2008), à l'établissement de protocoles d'évaluation de l'état de conservation des habitats alluviaux. Parallèlement, le groupe de travail « forêt » de RNF travaille à une éventuelle adaptation de la méthode Carnino (2009a), conçue pour les habitats forestiers d'intérêt communautaire, au contexte des réserves naturelles.

Dans ce contexte et suite à l'effervescence actuelle observée autour de ce sujet, RNF, par le biais de sa commission scientifique, a souhaité inscrire l'évaluation de l'état de conservation comme un sujet phare dans l'actuel plan stratégique de l'association. Ceci devant être traduit en 2011 par la définition de principes méthodologiques communs et finalisés permettant aux gestionnaires des RN d'intégrer l'évaluation de l'état de conservation des habitats dans les plans de gestion, réévalués tous les cinq ans. Ce stage vise donc à poursuivre les réflexions afin d'établir un cadre méthodologique global commun et cohérent pour l'évaluation de l'état de conservation des habitats alluviaux par les gestionnaires des RN.

Le présent document débute par un rappel des principales notions et une présentation de la méthode adoptée pour évaluer l'état de conservation des habitats alluviaux. Il se poursuit par des modifications et des améliorations des protocoles existants, issues de l'expérience de terrain, des réflexions et des critiques des experts. Enfin, les premiers résultats sont présentés pour quelques réserves naturelles fluviales, suivis d'un bilan et de perspectives.

1. DÉFINITIONS ET EXPLICATIONS DES CONCEPTS FONDAMENTAUX POUR L'ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION DES HABITATS ALLUVIAUX

1.1. LES MILIEUX ALLUVIAUX, DES ÉCO-COMPLEXES FRAGILES SOUMIS À L'INFLUENCE DE FACTEURS NATURELS ET HUMAINS

1.1.1. Description des milieux alluviaux et de leur originalité

Les milieux alluviaux sont composés des cours d'eau et des milieux associés tels que les grèves, les forêts, les prairies alluviales et les annexes hydrauliques (décrits dans l'annexe 1). En ce sens, ils peuvent être regroupés sous la notion d'éco-complexes alluviaux puisqu'ils répondent à la définition donnée par Blandin et Lamotte (1988) : un ensemble d'« écosystèmes interactifs, naturels ou modifiés, produits par une histoire écologique et humaine commune et montrant des propriétés émergentes dans leur structure, leur dynamique et leur composition spécifique ».

Deux caractéristiques expliquent l'originalité de ces milieux :

- les inondations régulières du lit majeur qui, d'une part, par leurs propriétés morphogéniques, sont à l'origine du rajeunissement de la végétation et d'autre part, permettent la sélection des espèces adaptées à cette contrainte. Les inondations sont aussi à l'origine des dépôts d'alluvions qui enrichissent les sols de la plaine ;
- la nappe phréatique qui correspond aux eaux souterraines circulant dans les interstices entre les alluvions. La profondeur du toit de la nappe, l'épaisseur d'alluvions fines et leurs textures (limons ou sables) déterminent les conditions de développement de la végétation (accessibilité de la ressource en eau par les racines, humidité du sol par remontées capillaires, etc.).

1.1.2. Facteurs limitant le fonctionnement écologique des milieux alluviaux

Les milieux alluviaux sont des espaces convoités par l'homme ; ils offrent des terrains plats et fertiles, la possibilité de navigation, la présence de matériaux sédimentaires, la possibilité de produire de l'énergie hydraulique. Les cours d'eau ont subi depuis des siècles des aménagements importants : endiguements de protection contre l'érosion ou les inondations, enrochements, curages, barrages hydroélectriques, extractions de sédiments, prises d'eau d'irrigation, drainages, etc. Ces modifications ont eu un impact fort sur la dynamique fluviale et le fonctionnement écologique des milieux.

Les menaces pesant sur le maintien de ces milieux relèvent de facteurs naturels :

- la dynamique fluviale dont la disparition (suite aux endiguements du XIX^e siècle) entraîne une évolution des milieux vers le stade ultime de leur succession végétale sans que le déplacement du lit du fleuve ne vienne réinitialiser de nouveaux stades pionniers. Par conséquent, les annexes hydrauliques s'atterrissent progressivement du fait de l'alluvionnement, les forêts évoluent progressivement vers le stade de bois durs et les prairies humides évoluent vers un stade plus sec ;
- le régime hydrologique (et notamment les crues), facteur majeur du fonctionnement des écosystèmes. La plupart des groupements végétaux présents dans les plaines alluviales ne peuvent conserver leur originalité que grâce à un régime d'inondation suffisant ;
- la nappe phréatique dont l'accessibilité par la végétation détermine la mosaïque de la végétation alluviale.

Les facteurs humains (contexte socio-économique, culturel, historique) jouent aussi un rôle important dans l'évolution de ces milieux naturels et sur les potentialités de mise en place d'une gestion conservatoire :

- les prélèvements industriels dans la nappe phréatique ;
- le morcellement foncier rendant plus difficile la gestion ;

- le contexte agricole (abandon de l'élevage et abandon de la gestion des prairies et conversion en labour ou fermeture par reboisement spontané ou par plantation de peupliers) ;
- les pratiques de loisirs (chasse, cueillette, promenade) ayant un impact sur le milieu (piétinement, dérangement de la faune, circulation).

Partant de ce constat et considérant les enjeux des zones humides, de nombreux acteurs se mobilisent depuis quelques décennies pour renforcer la préservation de ces sites par des actions locales de sensibilisation et d'information et par la mise en place de politiques de gestion et d'aménagement du territoire. Ces démarches sont soutenues par des engagements nationaux (adhésion de la France à la convention Ramsar en 1986, plan d'action gouvernemental en 1995, plan d'action pour les zones humides en 2010).

1.2. ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION DES HABITATS NATURELS

1.2.1. La notion d'habitat naturel

Le paragraphe précédent nous a permis d'esquisser la définition d'habitat par l'approche des milieux alluviaux. Plus précisément, la directive Habitats-Faune-Flore (92/43/CEE, 1992) définit les habitats naturels comme des « zones terrestres ou aquatiques se distinguant par leurs caractéristiques géographiques, abiotiques et biotiques, qu'elles soient entièrement naturelles ou semi-naturelles » (article 1).

Cette définition est reprise et détaillée dans les cahiers d'habitats (Bensettiti *et al.*, 2001) et par Rameau (2000). L'habitat, synonyme d'écosystème, est un espace homogène caractérisé par :

- ses conditions écologiques ou stationnelles (conditions climatiques régionales et locales, sol et matériau parental) ;
- son mode de fonctionnement (dynamique propre de l'habitat et facteurs de perturbation) ;
- la faune qu'il héberge et la végétation (herbacée, arbustive, arborescente).

Précisons qu'un habitat ne se réduit pas à la seule végétation mais celle-ci, par son caractère intégrateur, synthétisant les conditions de milieu et de fonctionnement du système, est considérée comme un bon indicateur et permet souvent de déterminer l'habitat (approche phytosociologique).

Pour caractériser les habitats avant de les évaluer, des références à plusieurs ouvrages peuvent être faites :

- l'ouvrage Corine Biotope (Bissardon *et al.*, 1997) dressant une liste identifiant tous les groupements majeurs dont la présence contribue à l'évaluation de l'importance d'un site en matière de conservation. Chaque groupement est présenté par une brève description physionomique, parfois accompagnée de liste de végétaux ou de données phytosociologiques ;
- le Prodrome des végétations de France (Bardat *et al.*, 2001) présentant un synsystème phytosociologique hiérarchisé des unités de végétation de la France ;
- les classeurs de l'Institut pour le développement forestier, de l'école nationale du génie rural, des eaux et des forêts et de l'ONF sur la gestion forestière et la diversité biologique (Rameau *et al.*, 2000) ;
- les cahiers d'habitats du MNHN (Bensettiti *et al.*, 2001) accompagnés du manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne (Commission européenne, 2007). Les habitats sont dits « génériques » lorsqu'ils correspondent à la nomenclature de ce manuel d'interprétation. Ces derniers sont déclinés en sous-unités appelées habitats « élémentaires » du fait de leur grande diversité ; ils sont l'expression d'une variabilité écologique (chorologique, climatique, édaphique...) et de l'influence anthropique (mode de gestion) de l'habitat « générique » (Bensettiti *et al.*, 2006) ;
- la typologie et la caractérisation phytoécologique des habitats forestiers de la France tempérée (Gégout *et al.*, 2007).

D'autres références bibliographiques ont aussi été consultées pour la réflexion sur les habitats alluviaux : la végétation des forêts alluviales (Géhu & Carbiener, 1980) et le référentiel des habitats naturels reconnus d'intérêt communautaire de la bande rhénane (Conservatoire des sites alsaciens & Office national des forêts 2004).

La liste des habitats alluviaux concernés par cette étude (forêts de bois durs, forêts de bois tendres et prairies), construite à l'aide des informations portées dans les plans de gestion ou des cartographies des habitats des RN candidates pour participer à l'élaboration de la méthodologie, figure en annexe 1.

1.2.2. L'habitat naturel face aux perturbations

L'ensemble des paramètres caractérisant les écosystèmes biologiques (répartition naturelle, structure, fonctions) fluctue selon les perturbations (cf. glossaire) qui les affectent (crue, feux, tempête, glissement de terrain, etc. d'origine naturelle ou coupes et travaux sylvicoles, pâturage, chasse, etc. d'origine anthropique, modifiant soudainement les conditions du milieu). Après une perturbation, il y a une opportunité de colonisation par de nouveaux organismes. Dans les hydrosystèmes, la complexité spatiale et la distribution des communautés sont essentiellement sous le contrôle de la mobilité du chenal et des processus hydrologiques (inondation) et morphologiques (érosion et sédimentation) (Dufour, 2005).

La figure 1 résume le mode de fonctionnement des habitats, soumis à des perturbations. Lorsqu'un ou plusieurs paramètres se trouvent en mauvais état de conservation, le système est dégradé. La perturbation est nuisible lorsque le dommage dépasse un certain seuil. Plusieurs solutions peuvent alors être envisagées :

- soit le système est restauré et retrouve l'état de départ (phénomène de résilience) ;
- soit il est réhabilité et devient un système intermédiaire en moins bon état ;
- soit il reste en mauvais état ou il est remplacé par un autre système, appelé système de substitution.

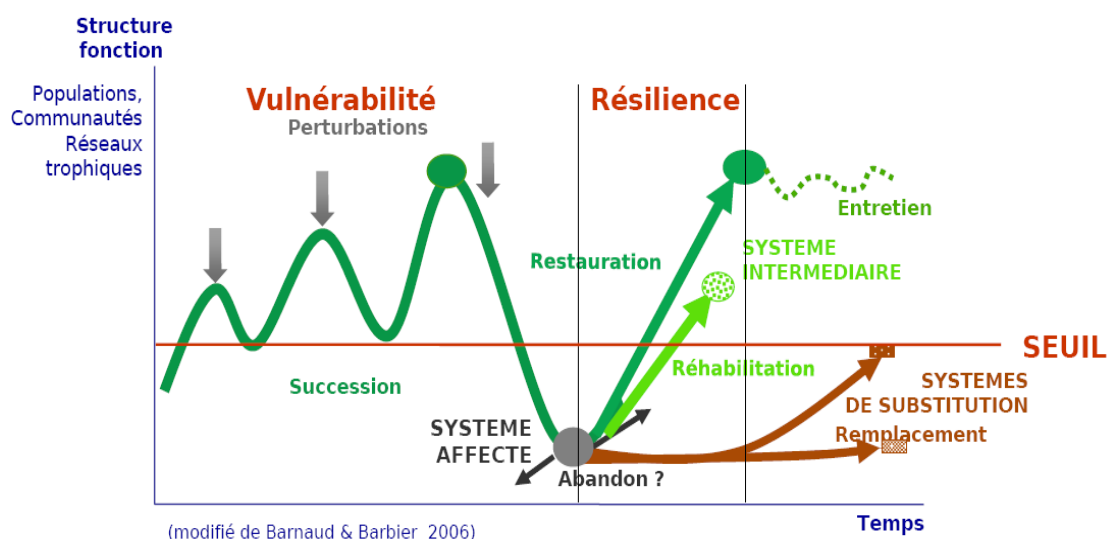


Figure 1 : L'habitat face aux perturbations (Marage 2008 et Dobson *et al.* 1997)

1.2.3. Définition de l'état de conservation d'un habitat naturel selon la directive Habitats-Faune-Flore

La directive Habitats-Faune-Flore (92/43/CEE, 1992) définit l'état de conservation d'un habitat naturel comme l'état résultant « de l'effet de l'ensemble des influences agissant sur lui ainsi que sur les espèces typiques qu'il abrite, qui peuvent affecter à long terme sa répartition naturelle, sa

structure et ses fonctions, ainsi que la survie à long terme de ses espèces typiques sur le territoire » (article 1).

1.2.4. Définition du bon état de conservation

L'état de conservation d'un habitat, d'après la directive Habitats-Faune-Flore (92/43/CEE, 1992), est considéré comme favorable lorsque :

- « - son aire de répartition naturelle ainsi que les superficies qu'il couvre au sein de cette aire sont stables ou en extension ;
- la structure et les fonctions spécifiques nécessaires à son maintien à long terme existent et sont susceptibles de perdurer dans un avenir prévisible ;
- l'état de conservation des espèces qui sont typiques est favorable » (article 1).

L'état de conservation d'un habitat peut donc être considéré comme la somme des états des critères qui le caractérisent. Ainsi, un habitat alluvial est en bon état de conservation à l'échelle d'une RN quand :

- ses structures caractéristiques sont présentes et les fonctions spécifiques et nécessaires à son maintien sont assurées ;
- il ne subit aucune atteinte susceptible de nuire à sa pérennité ;
- les espèces qui lui sont typiques (végétales, animales et fongiques) peuvent s'exprimer et assurer leur cycle biologique.

Il est possible de situer l'état de conservation d'un habitat le long d'un gradient allant d'un habitat fortement détérioré à un habitat ne subissant aucune perturbation qui remette en cause sa pérennité, son bon fonctionnement ou la survie de ses espèces typiques.

L'état de conservation favorable a donc une définition juridique, de même que les critères qui permettent de l'apprécier. Toutefois, cette définition applicable à l'échelle d'un territoire biogéographique est plus difficile à concevoir à l'échelle locale (échelle d'une réserve) pour laquelle il n'existe pas à ce jour de moyens définis, clairs et précis à l'aide de critères et d'indicateurs qui permettraient d'évaluer l'état de conservation des habitats (Le Jean, 2008).

Plusieurs références bibliographiques permettent de préciser la définition du bon état de conservation. Il s'agit :

- des guides méthodologiques pour identifier les habitats forestiers, qui proposent des itinéraires sylvicoles et des recommandations en faveur de la biodiversité (Rameau *et al.*, 2000) ;
- des cahiers d'habitats forestiers (Bensettiti *et al.*, 2001) avec les « états de conservation à privilégier » pour chaque habitat élémentaire ;
- des guides méthodologiques pour évaluer l'état de conservation à l'échelle nationale (Bensettiti *et al.*, 2006) ;
- des ouvrages régionaux tels que les plans de gestion des RN ou des guides de station avec des recommandations pour améliorer la gestion des forêts alluviales (Carnnot-Milard, 2010).

Il est important d'adopter une vision biologique et intégrative dans la démarche d'évaluation de l'état de conservation. Un reproche formulé au sujet de la méthodologie Carnino (2009) pour une application dans le réseau des réserves naturelles de France était que les critères retenus n'étaient pris en compte que selon des considérations socio-économiques et non écologiques. Cet effet résultait de l'échiquier politique (choix sociaux, contexte réglementaire et politique) sur l'état de conservation des sites Natura 2000, sur lequel les RN interviennent en pointillés. Du Bus de Warnaffe et Devillez (2002) soulignent la confusion fréquente entre la réalité écologique des biocénoses (composition, structure et fonctionnement) et l'appréciation humaine de la « valeur » de cette réalité, nécessairement culturelle et qui n'a de sens que par rapport à un observateur donné.

D'après Bouzillé (2007), un autre écueil est que la tendance générale dans la mise en œuvre de la démarche consiste à considérer les causes de dégradation comme point de départ du raisonnement ; l'état de conservation est alors calculé à partir des critères de dégradation. Or, c'est par les critères se rapportant à l'habitat qu'il faut commencer et non pas par les causes potentielles pouvant affecter son état de conservation, même s'il est bon de les avoir en tête.

1.3. JUSTIFICATION DU CHOIX DES MILIEUX ALLUVIAUX POUR LA MISE EN PLACE DE PROTOCOLES D'ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION

Le travail mené dans le cadre du stage s'applique aux RN fluviales qui préservent des ensembles représentatifs des mosaïques d'habitats liés à la dynamique fluviale (cours d'eau avec ses grèves et ses annexes hydrauliques, boisements alluviaux, prairies et marais latéraux, embouchures, anciens méandres) (annexe 1). Les méthodes ont été testées en partie sur cinq RN rhénanes (Delta de la Sauer, Île de Rhinau, Île du Rohrschollen, Forêt d'Offendorf et Forêt d'Erstein), sur deux RN ligériennes (Saint-Mesmin et Val de Loire) et sur deux RN rhodaniennes (Île de la Platière et Îles du haut Rhône).

Les RN établies sur ces milieux variés se distinguent par une importante diversité d'espèces et une forte proportion d'espèces pionnières et post-pionnières et d'habitats. En ce sens, elles constituent des réservoirs de biodiversité et jouent un rôle primordial même si leur nombre, leur représentativité et leur fonctionnalité écologique ne sont pas toujours suffisants.

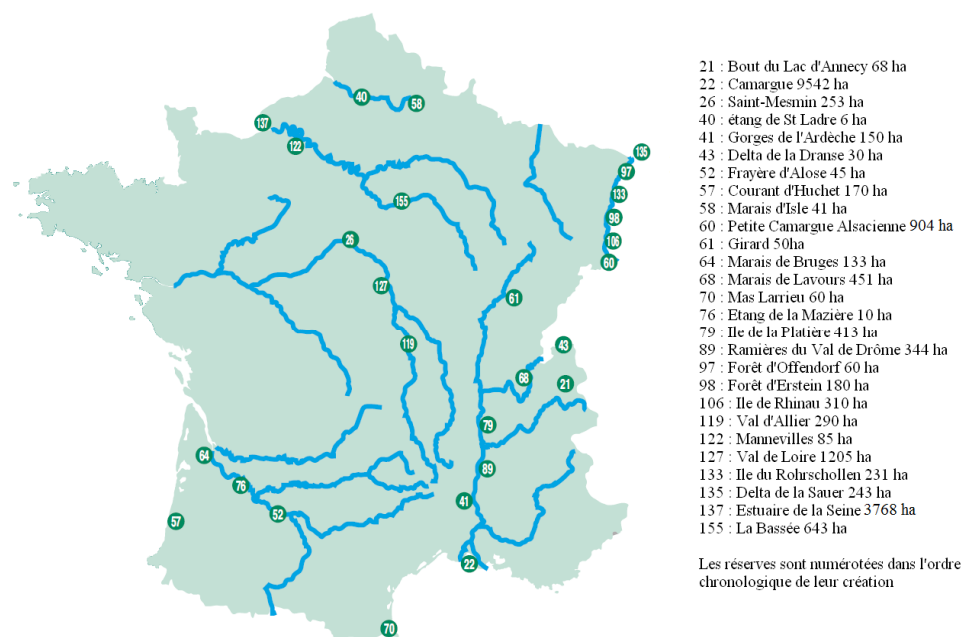


Figure 2 : Carte des réserves naturelles fluviales de France (d'après RNF 2008 (mis à jour))

Le choix des éco-complexes alluviaux pour développer une méthode d'évaluation de l'état de conservation se justifie par plusieurs raisons, exposées ci-dessous.

Tout d'abord, il s'agit d'habitats bien représentés au sein des réserves : selon la typologie Corine Biotope (Bissardon *et al.*, 1997), les habitats humides des RN (milieux fluviaux, tourbeux, étangs et lacs, boisements alluviaux, landes et prairies humides) couvrent plus de 29 000 ha sur 113 réserves naturelles nationales. Parmi ces réserves, une vingtaine ont été créées pour protéger les habitats fluviaux (RNF, 2008). Citons pour exemple les cinq RN nationales de la plaine alluviale du Rhin, les trois RN nationales du bassin de la Loire, dont deux de grande taille (Val d'Allier et Val de Loire), qui concernent des tronçons à dynamique fluviale active et les quatre RN nationales du bassin

du Rhône. Le réseau des réserves naturelles de France a donc une forte responsabilité dans la connaissance et la protection de ces milieux fragiles.

Les habitats alluviaux présents dans les RN fluviales sont variés. L'établissement de protocoles d'évaluation de l'état de conservation de ces habitats constitue un premier pas important pour l'évaluation des autres types de milieux. Du fait de leur complexité, les habitats alluviaux « en mosaïque », notamment les forêts alluviales, posent parfois des problèmes de caractérisation, on conçoit donc l'intérêt d'y tester les protocoles établis.

Il existe un protocole de suivi scientifique de la dynamique spontanée des forêts alluviales (Pont, 2001) coordonné au sein du réseau RNF et pour lequel des données sont déjà disponibles. La création du groupe de travail « réserves naturelles fluviales » en 1990, émanant de la commission scientifique de RNF, a permis de développer des connaissances majeures et de faire remonter des expériences importantes pour la gestion de ces milieux, grâce au travail des gestionnaires en réseau. De plus, un projet nommé « RhoMeo » associant gestionnaires et chercheurs a aussi été créé en 2009 sous l'impulsion de l'agence de l'eau Rhône-Méditerranée et Corse. Il vise à établir « la définition et l'application de méthodes de suivis du bon état pour la création d'un observatoire des zones humides dans le bassin Rhône Méditerranée » (Pache, 2010).

Enfin, les réserves alluviales sont assez proches géographiquement les unes des autres (les RN rhénanes par exemple) ; il sera intéressant de pouvoir comparer l'état de conservation des habitats dans ces réserves, notamment en fonction de la gestion qui y est entreprise.

1.4. LES DÉMARCHES D'ÉVALUATION MISES EN PLACE PAR QUELQUES RÉSERVES NATURELLES FLUVIALES

L'objectif de chaque RN est de préserver ce qui a justifié son classement : des taxons floristiques ou faunistiques, des habitats naturels, des objets géologiques, etc. Les RN ont pour mission de contribuer, à l'échelle nationale, au maintien ou à la restauration (cf. glossaire en annexe 39) dans un bon état de conservation de la biodiversité et du patrimoine naturel par des actions de gestion.

La réalisation d'un plan de gestion est une obligation depuis le décret n° 2005-491 du 18 mai 2005, pris en application de la loi « démocratie de proximité » de 2002 (MEDD, 2005).

Le plan de gestion permet de répondre aux questions essentielles d'un gestionnaire sur la mission qu'il a à remplir sur le maintien en bon état ou l'amélioration des écosystèmes ou des éléments géologiques protégés, sur la définition et l'atteinte des objectifs de conservation, sur la pertinence des moyens employés. Ce document permet d'assurer une continuité et une cohérence de la gestion dans l'espace et le temps. Il facilite également la transmission des acquis entre les gestionnaires du réseau des espaces protégés.

Après avoir évalué les habitats qui ont de la valeur dans la RN (section A du plan de gestion : diagnostic de la réserve naturelle), il importe pour le gestionnaire d'identifier leur état de conservation. La connaissance précise de l'état actuel et des facteurs qui l'influencent est fondamentale pour définir les objectifs de gestion (section B : gestion de la réserve naturelle).

Le tableau 1 dresse un état des lieux des démarches entreprises par neuf RN pour évaluer l'état de conservation des habitats.

Tableau 1 : Description de méthodes d'évaluation de l'état de conservation des habitats mises en place dans neuf réserves naturelles

	Ile du Rohrschollen (Conservatoire des sites alsaciens & Office national des forêts, 2004) (Service des Espaces Verts et de Nature - ville de Strasbourg, 2010)	<p>Quatre états de conservation sont distingués sur la base de critères écologiques.</p> <p>Habitat représentatif, caractéristique ou typique, témoignant d'un bon état de conservation. Les critères d'appréciation sont l'inondabilité, la dynamique spontanée des espèces et des cycles de la sylvigénèse, la présence des plantes caractéristiques, la sylviculture (notion de sylvofaciès) et la présence d'essences allochtones.</p> <p>Habitat non représentatif, ne présentant pas les caractéristiques en composition floristique et en structure de l'habitat.</p> <p>Habitat transformé, se caractérisant par une forte proportion d'essences allochtones.</p> <p>Habitat très transformé, quand les essences locales ont été éliminées au profit de plantations d'essences allochtones, parfois de résineux (épicéas, pins).</p> <p>Pour les prairies alluviales, l'état de référence considéré est l'Arrhenatherion (code Natura 2000 : 6510), le Phragmitetalia ou le Magnocaricetalia elatae.</p>
Initiatives indépendantes	Val de Loire (Conservatoire des Sites Naturels Bourguignons et Conservatoire du Patrimoine Naturel de la région Centre, 2009)	<p>L'état de conservation d'un habitat naturel correspond à « l'écart entre l'état actuel, observé sur le terrain, en terme de composition spécifique, de structuration des différentes strates, de fonctionnement et dynamique de végétation, et un état théorique de référence reconnu (description scientifique dans les cahiers d'habitats, publications scientifiques, etc.). Plus les différents éléments qui caractérisent l'habitat naturel à un instant t sont proches du modèle reconnu, plus son état de conservation est bon ». Trois niveaux synthétiques d'état de conservation sont distingués :</p> <p>Bon état de conservation : état proche de l'état de référence théorique.</p> <p>Moyen état, état altéré : l'écart par rapport à l'état de référence existe mais est tel qu'il permette encore assez facilement des opérations de restauration pérennes.</p> <p>Mauvais état de conservation : l'écart par rapport à l'état de référence est important et ne permet que difficilement la mise en place d'opérations de restauration pérennes.</p> <p>A des visées prospectives, l'évaluation est accompagnée d'une estimation de l'évolution potentielle des habitats vers la dégradation ou l'amélioration de leur état de conservation : tendance à l'amélioration, tendance à la dégradation ou pas d'évolution envisagée de l'état de conservation de l'habitat.</p>
	Îles du haut Rhône (ONF, 2008)	<p>Durant la période d'application du plan de gestion, un protocole de suivi dendrométrique a été mis en place avec la matérialisation de placettes permanentes. La première phase de relevés de terrain a permis d'établir quelques constats (déficit dans la régénération des essences alluviales, dépérissement des chênes pédonculés), permettant d'appréhender l'état de conservation des habitats.</p>
Protocoles RNF	Île de la Platière (Association des amis de l'Île de la Platière, 2008)	<p>Des évaluations de la fonctionnalité de l'hydrosystème (Michelot, 1994), des forêts, des prairies et des grèves ont été réalisées selon les protocoles établis par Pecheur (2008) et le protocole de suivi des milieux fluviaux dans les réserves naturelles (Pont, 2002). Des notes pondérées par des coefficients ont pu être attribuées à des critères, permettant ensuite de qualifier l'état de conservation des habitats de favorable, défavorable ou très défavorable.</p>
	Saint-Mesmin (Loiret Nature Environnement, 2010)	<p>Des tests ont été réalisés en 2008 avec la commission scientifique de RNF sur deux grands types de milieux de la réserve naturelle : la forêt alluviale et le milieu aquatique courant. Ils ont permis d'évaluer l'état de conservation de ces grands types d'habitats.</p>
Dire d'experts	Offendorf (Conservatoire des sites alsaciens, 2010b)	<p>L'état de conservation des habitats et leur possibilité de restauration sont établis à dire d'expert.</p>
	Delta de la Sauer (Conservatoire des sites alsaciens, 2003)	<p>Il n'y a pas de démarche clairement établie dans cette réserve.</p>
Aucune étude	Forêt d'Erstein (Conservatoire des sites alsaciens, 2011)	<p>Aucune étude sur l'état de conservation des habitats n'a pour l'instant été menée dans cette réserve naturelle. Ce travail s'avère indispensable afin de définir les priorités de gestion et de vérifier la pérennité des habitats dans les conditions hydrologiques actuelles.</p>
	Île de Rhinau (Conservatoire des sites alsaciens, 2010a)	<p>Comme ci-dessus. L'évaluation de l'état de conservation des habitats de l'Île de Rhinau apparaît d'autant plus importante que cette réserve pourrait constituer une référence dans la définition des objectifs de gestion des autres réserves naturelles rhénanes (Trémolières <i>et al.</i>, 2002)</p>

Il existe donc de nombreuses approches de l'évaluation de l'état de conservation parmi les RN, elles relèvent toutes d'initiatives indépendantes car il n'y a pas, à l'heure actuelle, de cadre méthodologique global pour mener à bien l'évaluation des habitats au sein du réseau RNF.

L'objectif du stage est de développer un outil commun qui permettra aux gestionnaires d'évaluer l'état de conservation des milieux alluviaux des RN et de l'intégrer dans les plans de gestion, de façon périodique puisque ceux-ci sont à renouveler tous les cinq ans. L'évaluation permettra notamment de savoir si les objectifs fixés sont en accord avec les résultats obtenus (mesure de l'efficacité) et si les moyens engagés sont suffisants (mesure de l'efficience). La mesure de la pertinence (adéquation entre l'outil et les besoins de l'utilisateur) s'effectue dans le cadre de l'évaluation des plans de gestion (figure 3).

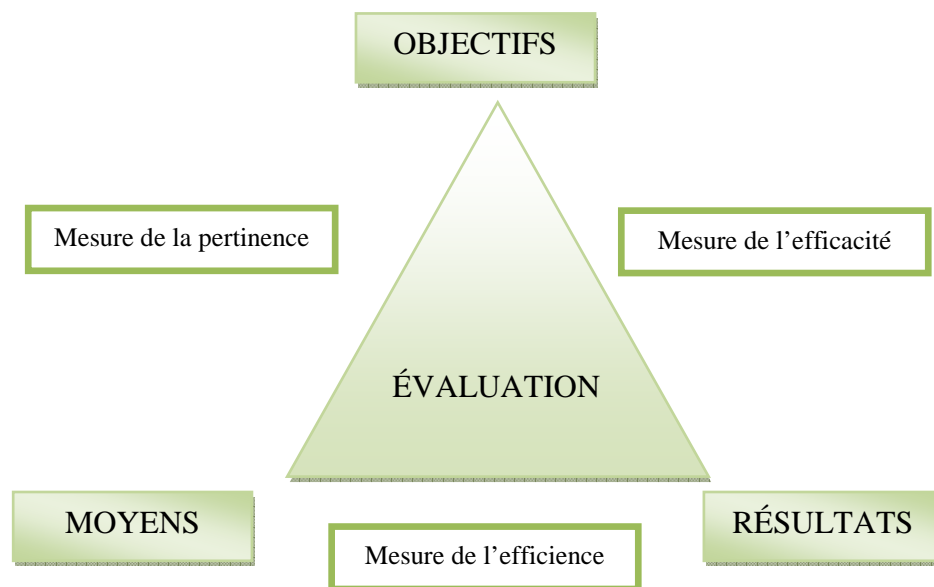


Figure 3 : Mesures de la pertinence, de l'efficacité et de l'efficience (Marage, 2008)

Les intérêts d'établir une telle méthode sont multiples :

- permettre l'amélioration des connaissances par la description de l'évolution des milieux et la compréhension de leur dynamique ;
- favoriser la surveillance des milieux pour maintenir ou rétablir les habitats alluviaux dans un bon état de conservation ;
- évaluer la contribution des réserves naturelles à maintenir ou améliorer l'état de conservation des habitats qu'elles abritent ;
- suivre l'efficacité des mesures de gestion et valoriser celles entreprises qui s'avèrent positives, voire évaluer la pertinence du choix de non-intervention fait par certains gestionnaires pour des massifs de forêts alluviales à haut degré de naturalité.

L'évaluation de l'état de conservation des habitats alluviaux, par la connaissance des milieux alluviaux qu'elle apporte, est un préalable nécessaire à la préservation, à la gestion conservatoire et à la restauration de ces espaces (Société nationale pour la protection de la nature, 2006) ; « on ne sait gérer que ce que l'on connaît » selon l'adage, il faut « décrire et suivre pour mieux évaluer et gérer » (Dupieux, 2004). Pour valoriser ces connaissances dans le réseau des réserves naturelles, il est indispensable de définir un cadre méthodologique global. Les principales notions ayant été exposées dans cette partie, il s'agit à présent de réunir les outils qui permettront de procéder à l'évaluation de l'état de conservation, à l'échelle des réserves naturelles.

2. PRINCIPES DE LA MÉTHODE D'ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION DES HABITATS ET DÉMARCHE ADOPTÉE POUR SON ÉLABORATION

Le travail mené dans cette étude porte sur l'évaluation de l'état de conservation des habitats alluviaux. Le sujet de l'évaluation de l'état de conservation des espèces animales et végétales ayant déjà fait l'objet de plusieurs recherches et publications (Bensettiti *et al.*, 2006) ne sera pas traité ici. La démarche reste similaire grâce aux paramètres de répartition naturelle, de population, d'habitat d'espèces et de perspectives futures fixés par le MNHN (Bensettiti *et al.*, 2006). Les masses d'eau sont abordées par l'approche de l'hydrosystème.

L'élaboration de la méthode d'évaluation de l'état de conservation s'est organisée de la manière suivante sur les six mois de stage :

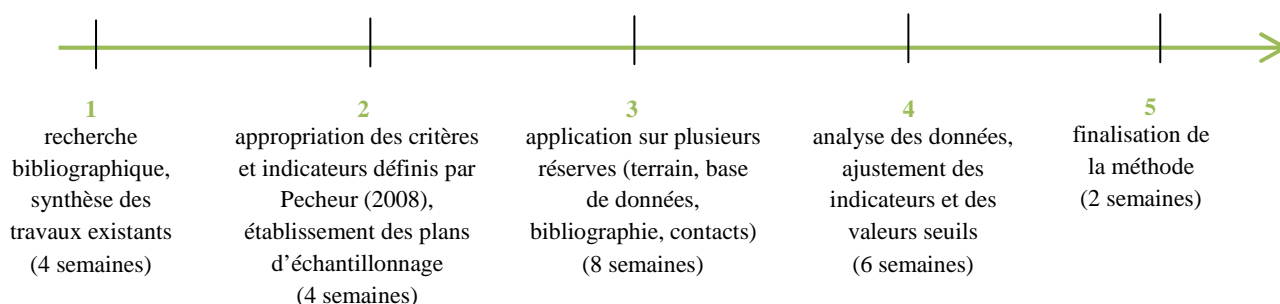


Figure 4 : Description des étapes de la démarche pour l'établissement de protocoles d'évaluation de l'état de conservation des milieux alluviaux

2.1. NÉCESSITÉ DE DÉFINIR UN ÉTAT DE RÉFÉRENCE

Le principe de l'évaluation de l'état de conservation des habitats repose sur la comparaison d'une entité observée (l'habitat qui fait l'objet de l'évaluation) à une entité de référence (l'habitat type de référence). Cette démarche de diagnostic implique de définir un état de référence pour l'habitat, entendu comme le très bon état de conservation ou l'état de l'habitat qui voit tous ses besoins satisfaits (conditions écologiques, fonctionnement, etc.) (Chiffaut, 2006) ; par la suite, cet état sera qualifié d'état optimal. Réussir à définir cet état de référence (figure 2) constitue le point crucial et souvent la pierre d'achoppement dans la démarche d'évaluation de l'état de conservation des habitats.

Viser le maintien de ou le retour à un état de conservation favorable pour les habitats naturels revient souvent à se référer au degré de naturalité¹ et à rechercher les modèles de référence dans les systèmes naturels, non altérés, vierges de toute action anthropique. Si cette ambition relève tout à fait de la responsabilité de RNF au travers de sa mission première de protection réglementaire forte et à long terme d'un patrimoine naturel, biologique et géologique exceptionnel aux enjeux majeurs, elle est plus difficilement applicable au réseau Natura 2000 dont l'objectif est d'assurer la conservation de la biodiversité tout en permettant des activités. Autrement dit, le dispositif Natura 2000 ne vise pas le retour complet à la libre évolution des habitats puisque le bon état de conservation au titre de la directive Habitats-Faune-Flore (92/43/CEE, 1992) n'est pas une référence absolue ni un pur concept scientifique mais résulte plutôt d'une co-construction entre des principes écologiques et des choix sociaux alors que le réseau des réserves naturelles de France affiche des exigences fortes en termes de naturalité.

¹ Pour la définition, consulter le glossaire en annexe 39

Concernant les milieux alluviaux, l'état de référence peut être conçu de différentes façons en se basant sur divers critères : des valeurs historiques, des valeurs potentielles, des modélisations, des dires d'experts. Il peut s'agir de :

- l'état de l'habitat à la création de la réserve. Toutefois, ce choix n'est pas toujours pertinent puisque les habitats ne sont pas tous en bon état de conservation lors de la création de la réserve ;
- l'état de l'habitat avant perturbation anthropique, c'est-à-dire avant les travaux d'aménagement, si l'on dispose des données historiques. Si les perturbations ont été importantes, la question de la possibilité d'un retour à cet état se pose ;
- l'état de l'habitat en référence à des milieux faiblement perturbés par des actions anthropiques. Cependant, il est difficile de trouver en Europe occidentale de tels milieux (Schnitzler-Lenoble, 2007). De plus, la question de la faisabilité écologique d'un retour vers des formations plus naturelles se pose ;
- l'ensemble des états possibles en évolution naturelle, sans perturbation anthropique définis selon des modèles. Bouzillé (2007) insiste sur les précieuses informations et références que pourrait apporter la modélisation des systèmes écologiques. Au-delà du caractère prédictif des modèles, ce sont les fins explicatives (interactions écologiques et processus dynamiques) qui sont intéressantes. Dans cette perspective, l'apport de la phytosociologie permettant de classer la végétation et de caractériser les habitats en faisant le lien entre caractéristiques abiotiques du milieu et la végétation pourrait être important. En effet, cette approche permettrait d'établir des relevés de référence de cortège floristique pour chaque type d'habitat qui pourraient être comparés au cortège floristique observé.

Pour les habitats forestiers de bois durs et de bois tendres, l'évaluation renvoie au principe de naturalité selon lequel un écosystème forestier est d'autant mieux conservé que les processus naturels s'expriment librement sans influence humaine ou lorsque la sylviculture reproduit les différentes phases sylvogénétiques. Le degré de naturalité d'un écosystème est l'écart existant entre une nature perturbée par l'homme et sa référence naturelle (Gilg, 2005). Bien que les forêts naturelles de référence soient rares, elles sont pourtant indispensables pour la comparaison. On retiendra donc les critères de mesure de naturalité suivants : présence de très gros arbres, structures horizontale et verticale du peuplement, mode de renouvellement, nécromasse.

Pour les milieux ouverts, la bibliographie existante utilise comme référence la composition floristique « idéale » traduisant le cortège complet de l'association ou de l'alliance correspondant à un habitat donné et l'état de sites avant dégradation (Darinot & Perrais, 2009). Cette référence est étroitement liée au positionnement géographique, au degré d'hydromorphie, à la gestion prairiale et au peuplement végétal de l'habitat considéré. Une prairie en bon état de conservation exprime les enjeux suivants : richesse et diversité floristique importante, fonctionnement hydrologique, qualité des eaux et des paysages.

Pour les hydrosystèmes fluviaux, précisons qu'ils échappent à une évaluation fondée sur un système unique de référence. En effet, ils se présentent comme des systèmes ouverts, caractérisés par des flux importants. Ces flux ne se cantonnent pas au sens amont-aval ; ils sont multidirectionnels. Le concept d'hydrosystème fluvial² (Amoros & Petts, 1993) a mis en évidence l'importance des échanges bidirectionnels entre les différents compartiments (chenal, plaine alluviale, milieu souterrain). En outre, les variations temporelles incessantes des différents flux, à un rythme quotidien ou saisonnier et un pas de temps décennal à séculaire induisent un perpétuel ajustement du système. Les acquis récents

² Le concept d'hydrosystème fluvial (Amoros et Petts, 1993) est fondé : 1) sur la prise en considération des flux unidirectionnels (de l'amont vers l'aval) et bidirectionnels selon la dimension transversale (échanges avec les divers écosystèmes de la plaine alluviale) et la dimension verticale (échanges avec le domaine souterrain de l'aquifère alluvial) ; 2) sur la conception d'une organisation hiérarchique de la mosaïque écologique (secteurs fonctionnels, ensembles fonctionnels et unités fonctionnelles) ; 3) sur la prise en compte de la dimension temporelle, du pas de temps court au temps géologique ; 4) sur l'influence des activités de l'homme en interférence avec les processus naturels.

de la géomorphologie fluviale ont ainsi mis en évidence le processus de « métamorphose fluviale » : sur une même section, les cours d'eau alternent à un rythme séculaire entre un faciès à méandres (chenal unique et sinueux) et un faciès en tresses (chenaux multiples). Plusieurs actions humaines (lutte contre l'érosion par les boisements de restauration des terrains en montagne, extractions de granulats, endiguements généralisés), menées depuis la fin du XIX^e siècle, se sont conjuguées, diminuant ainsi les possibilités de renouvellement des formes fluviales. Ce constat pose la question majeure de la définition d'un état de référence en termes d'évaluation de l'état de conservation des habitats alluviaux. Par conséquent, il semble dans ce cas préférable d'utiliser le terme « état initial », correspondant à l'état des cours d'eau avant les travaux d'aménagement hydraulique, souvent réalisés au début du XX^e siècle. Le protocole d'évaluation de la fonctionnalité de l'hydrosystème permet de prendre en compte cette spécificité. Pour chaque critère de diagnostic, l'état actuel par rapport à la plus ancienne référence disponible dans chacune des RN candidates sera donc évalué.

Plusieurs sources souvent déjà disponibles fournissent ces références historiques : cartes anciennes, archives des campagnes de photographies aériennes, plans de gestion retraçant les historiques des sites des réserves, sites internet (www.cartorisque.prim.net rassemblant l'ensemble des cartes des risques naturels majeurs, www.hydro.eaufrance.fr stockant les mesures de hauteurs d'eau et les débits en provenance de stations de mesure à un pas de temps variable, www.sandre.eaufrance.fr fournissant des données sur la qualité physico-chimique des eaux), réseaux de piézomètres, profils en long, études géomorphologiques, agences de l'eau, etc.

2.2. CHOIX DE CRITÈRES DÉCLINÉS EN INDICATEURS

La définition d'un état de référence fait appel à des critères qui sont des caractéristiques de l'entité étudiée (ici, l'habitat naturel) et à des indicateurs qui sont les grandeurs que l'on va mesurer pour suivre et évaluer une situation donnée, au regard de chaque critère retenu (Bouzillé, 2007). Le MNHN a rajouté les paramètres qui regroupent les critères qui décrivent les mêmes types de caractéristiques écologiques (MEDAD - DNP, 2007).

Les indicateurs sont des grandeurs qui fournissent des informations au sujet de variables plus difficiles d'accès. Ils permettent de quantifier et de simplifier l'étude des phénomènes, d'informer et d'alerter à propos des changements qui se produisent dans des systèmes. De plus, ils offrent la possibilité aux pouvoirs politiques de s'appuyer sur des éléments objectifs, des mesures quantifiables.

Pour être bon, un indicateur doit être applicable et sensible sur une vaste gamme de contraintes pour détecter rapidement des changements, avoir une vaste répartition géographique indépendamment de la taille de l'échantillon, être facile à mesurer ou à calculer, à collecter, permettre de différencier les impacts anthropiques des contraintes naturelles et être écologiquement interprétable (c'est-à-dire relié à des processus) (Noss R., 1990).

Bien sûr, il n'existe pas d'indicateurs regroupant toutes ces propriétés d'où l'utilisation d'un jeu d'indicateurs. La définition d'un indicateur synthétique, parfois proposée pour simplifier l'expression d'un diagnostic et permettre le dialogue avec les non-spécialistes, paraît illusoire. Bazin et Barnaud (Bouzillé, 2007) écrivent au sujet de la quête de l'indice synthétique idéal : « nombreuses ont été les interventions tendant à montrer que l'identification de l'indicateur parfait relevait de l'utopie [...]. Si l'on tient compte de tous les aspects que la rigueur scientifique impose de garder à l'esprit dans cette quête, la notion de batteries d'indicateurs multiples s'impose rapidement ». Dans la recherche des indicateurs pertinents, un compromis est à trouver afin de limiter le nombre d'indicateurs tout en conservant le maximum de rigueur scientifique. Levrel (2007) précise aussi qu'il faut « combin[er] des grandeurs pour apprécier, suivre et comparer dans l'espace et dans le temps des phénomènes, en eux-mêmes trop complexes pour donner lieu à des mesures directes ». Le fait de considérer plusieurs indicateurs permet aussi de limiter la part de subjectivité dans la procédure.

2.3. ÉCHELLE D'ÉTUDE

Compte tenu de l'importance des relations entre le cours d'eau et les différents flux qu'il véhicule, la connaissance des milieux alluviaux en général et du fonctionnement des forêts alluviales en particulier ne peut faire l'impasse sur un diagnostic de la fonctionnalité de l'hydrosystème (cf. paragraphe 2.4.1). La démarche d'évaluation de l'état de conservation des éco-complexes alluviaux s'effectue donc à deux échelles :

- d'une part, l'évaluation de la fonctionnalité de l'hydrosystème, à l'échelle du site ou du secteur fonctionnel (Amoros & Petts, 1993)

- d'autre part, l'évaluation de l'état de conservation du grand type d'habitats (forêt de bois durs, de bois tendres ou milieux prairiaux), à l'échelle de l'habitat générique (Commission européenne, 2007)

L'évaluation exigée par l'article 17 de la directive Habitats-Faune-Flore (92/43/CEE, 1992) est à réaliser au niveau national, pour chaque domaine biogéographique (alpin, continental, atlantique, méditerranéen) concerné par l'habitat considéré. Elle porte sur l'ensemble du territoire métropolitain avec une approche globale qui ne fait pas de distinction entre le réseau Natura 2000 et le reste du territoire. Pour répondre aux exigences de la directive, Carnino (2009b) propose d'adopter le niveau de précision de l'habitat générique au minimum en ajoutant que l'étude au niveau de l'habitat élémentaire est aussi possible.

Le travail mené pour RNF s'accorde avec les recommandations de l'article 17 de la directive Habitats-Faune-Flore (92/43/CEE, 1992) et du MNHN (Bensettiti *et al.*, 2006) puisque l'évaluation sera menée au niveau du grand type d'habitats (forêts de bois durs, forêts de bois tendres, milieux ouverts) à l'échelle de chacune des RN, ce qui correspond à l'échelle de l'habitat générique. Il paraît difficile voire dépourvu de sens au regard de l'objectif « plan de gestion » de travailler au niveau de l'habitat élémentaire. La définition de telles entités cohérentes en termes de dynamique et de processus fonctionnels paraît dans ce cas bien plus pertinente. De plus, les habitats alluviaux étant souvent de faibles surfaces et très variables, il est parfois difficile de trouver des emplacements homogènes et bien représentatifs pour les placettes (effet lisière), on conçoit donc l'intérêt de raisonner en grands types d'habitats et d'établir des plans d'échantillonnage appropriés.

2.4. JUSTIFICATION DES CRITÈRES ET INDICATEURS RETENUS

Il n'existe aujourd'hui en France que peu de références scientifiques sur les critères et indicateurs à retenir pour évaluer l'état de conservation des habitats. Carnino (2009) pour le cas des habitats forestiers d'intérêt communautaire et Pecheur (2008) pour les habitats alluviaux s'appuient sur les ouvrages suivants pour choisir les critères d'évaluation :

- la réflexion de Michelot exposée au forum des gestionnaires des RN (Michelot, 1994) ;
- le protocole de suivi de la dynamique spontanée des forêts alluviales (Pont, 2001) ;
- le guide méthodologique pour la cartographie, l'inventaire et l'évaluation de l'état de conservation des habitats et des habitats d'espèces dans le cadre de la réalisation des arrêtés de désignation en Région wallonne de Dufrière et Delescaille (2003) ;
- le référentiel des habitats reconnus d'intérêt communautaire de la bande rhénane : description, états de conservation et mesures de gestion du Conservatoire des Sites Alsaciens et de l'Office National des Forêts (Conservatoire des sites alsaciens & Office national des forêts, 2004) ;
- le protocole commun de description et de suivi des forêts alluviales du bassin de la Loire réalisé pour le Plan Loire Nature (Dupieux, 2004) ;
- le protocole de suivi des espaces protégés (Bruciamacchie, 2005) ;
- les publications allemandes du *Bünderamt für Naturschutz* (BfN, 2010).

Ajoutons les publications récentes suivantes :

- sur l'état de conservation des habitats forestiers (Le Jean, 2008) ;

- sur l'indice de biodiversité potentielle (Larrieu & Gonin, 2010) ;
- sur l'établissement de listes d'espèces typiques (Maciejewski, 2010) ;
- sur la création d'observatoire de zones humides (Pache, 2010) ;
- sur l'application de la méthode Carnino dans les RN (Tournier, 2010).

Le choix des critères et des indicateurs résulte aussi d'une discussion entre experts, gestionnaires et conservateurs de RN qui sont les principaux acteurs pour la mise en œuvre de la méthode.

2.4.1. Des indicateurs d'altération des différents flux pour évaluer la fonctionnalité de l'hydrosystème

Le degré de fonctionnalité de l'hydrosystème correspond au niveau d'expression des processus naturels en référence à un système théorique fonctionnant sans intervention anthropique. Il se mesure par les processus hydrologiques (inondations, battement de nappe) et sédimentaires (érosion des berges, incision ou exhaussement du lit). Une bonne fonctionnalité garantit la conservation de la forte spécificité des milieux fluviaux : caractère alluvial, forte proportion des stades pionniers et post-pionniers, mosaïque d'habitats, écotones entre milieux aquatiques et terrestres. Au contraire, l'arrêt de toute dynamique fluviale suite à des travaux de correction, de régularisation et de canalisation signe l'arrêt des processus sylvigénétiques originaux des forêts riveraines.

La méthode d'évaluation de la fonctionnalité de l'hydrosystème proposée est basée sur des indicateurs d'altération des différents flux (cf. glossaire en annexe 39), et non sur la comparaison à un hypothétique état de référence. Les flux circulants étant le moteur des processus de régénération des écosystèmes fluviaux, les critères portent sur les flux liquides, le transit de la charge grossière, la charge dissoute, la matière organique allogène et les échanges dans le domaine vivant. Dix indicateurs ont ainsi été arrêtés à l'issue du travail de Pecheur (2008) (tableau 2). La collecte des données mobilise pour l'essentiel de l'information déjà disponible (photographies aériennes, cartes anciennes, données hydrologiques et physico-chimiques de stations à proximité, etc.). Lorsque la donnée n'est pas disponible, l'avis d'expert permet de renseigner l'indicateur de manière qualitative. Quelques observations de terrain complémentaires sont à programmer : inventaire des embâcles, suivi piézométrique, etc.

Des valeurs seuils définissant quatre classes d'état pour chaque indicateur intervenant dans la fonctionnalité de l'hydrosystème ont été définies : de l'état optimal sans altération à la dégradation profonde avec altération majeure. L'évaluation globale de l'état de conservation s'effectue en intégrant les différentes notes affectées à chaque indicateur, cette étape est détaillée dans la quatrième partie du rapport (cf. 4.2).

Pour tester la faisabilité de ce diagnostic de fonctionnalité, il a été complété pour neuf réserves situées dans trois bassins hydrobiogéographiques différents, dont les degrés d'altération du fonctionnement de l'hydrosystème sont variés :

- cinq RN rhénanes : Île du Rohrschollen, Forêt d'Erstein, Forêt d'Offendorf, Île de Rhinau, Delta de la Sauer ;
- deux RN sur la Loire : Val de Loire et Île de Saint-Mesmin ;
- deux RN sur le Rhône : Île de la Platière et Îles du haut Rhône.

Les résultats seront détaillés dans la suite du rapport.

(Remarque : pour des raisons d'impression, les contenus des tableaux 2, 4 et 5 ont été répartis respectivement sur les pages 16 à 19, 24 et 25 et 26 et 27)

Tableau 2 : Critères et indicateurs, mesures à effectuer et seuils fixés pour le diagnostic de la fonctionnalité

CRITERES	INDICATEURS	Justification	Paramètre à mesurer
SUIVI DES FLUX LIQUIDES	Action morphogénique des crues	Les crues morphogènes sont le moteur de la dynamique de renouvellement des successions aquatiques et terrestres. Ce sont souvent des crues peu importantes mais fréquentes (crues annuelles et bisannuelles). Leur effet est souvent altéré par un contrôle des crues (digues bloquant ou réduisant très fortement la dynamique (cas des réserves alsaciennes et de l'Île de la Platière).	Evolution décennale de la surface d'alluvions non végétalisées par rapport à la plus ancienne référence disponible et identification des facteurs à l'origine d'une modification du régime de mise en eau
	Inondation	L'inondation joue un rôle important sur le plan écologique (régénération des milieux, maintien des milieux ouverts, sélection des espèces, apport de sédiments, apports en éléments nutritifs) et sur le plan hydrologique (connexion du fleuve avec les zones humides du lit majeur, recharge de la nappe phréatique). Elle est indispensable pour le maintien du caractère alluvial des milieux. Le régime des inondations est souvent affecté (incision du cours d'eau, digues insubmersibles - cas des réserves naturelles rhénanes).	Evolution décennale du régime des crues inondantes : rapidité du pic de crue, période d'occurrence, modification de la fréquence ou de la durée d'inondation des différentes unités par rapport à la plus ancienne référence disponible
	Etiage	Le débit d'étiage (basses eaux) conditionne la nature des communautés riveraines : élevé, il maintient un niveau de nappe assurant l'alimentation en eau de la forêt alluviale, à l'inverse, en période d'étiage, les vastes grèves qui se découvrent abritent des communautés pionnières de grand intérêt (exemple des communautés annuelles des berges de Loire). L'aggravation de l'étiage (pompage d'eau - cas de la RN des Ramières du Val de Drôme - ou dérivation du cours d'eau - cas de la RN de l'Île de la Platière) ou au contraire son soutien (barrage réservoir, transfert de bassin versant - cas de la Loire) altèrent les communautés qui sont sous son influence (dépérissement forestier, dérive vers des groupements plus secs, assèchement des bras latéraux, disparition des grèves).	Evolution décennale du débit d'étiage par rapport à la plus ancienne référence disponible
	Profondeur de la nappe phréatique	Le niveau de la nappe phréatique conditionne les possibilités d'exploitation de cette nappe par la végétation. L'alimentation de cette nappe se fait par infiltration des précipitations, par des entrées d'eaux phréatiques et par des échanges avec l'eau du chenal. Dans les systèmes peu altérés, un gradient complet de la hauteur de la nappe phréatique, créant la mosaïque complexe de milieux, est observé. La plupart des RN connaissent une altération du niveau de la nappe (incision du chenal - Ramières, Saint-Mesmin -, pompage en nappe ou dérivation d'une partie du débit - Île de la Platière) avec pour conséquence le tarissement d'anciens bras ou le dépérissement des espèces ligneuses les plus hygrophiles.	Evolution décennale du niveau piézométrique
Battement de la nappe	Les battements de la nappe jouent un rôle déterminant pour certains compartiments de l'hydrosystème. Tout d'abord, ce processus permet un renouvellement accéléré de l'atmosphère des sols alluviaux. Ensuite, les périodes de nappe haute permettent la saturation en eau d'horizons du sol se trouvant largement au-dessus du niveau d'étiage, améliorant ainsi la disponibilité en eau pour la végétation. Enfin, les battements de la nappe permettent l'inversion périodique des sens d'échange entre eaux de surface et eaux souterraines, assurant ainsi la pérennité des sens d'échange et conditionnant la composition de la faune interstitielle. Le battement de la nappe dépend des périodes de recharge (crues, hautes eaux) et de drainage (étiage) mais la régulation du régime hydraulique (canaux de dérivation ou lacs de retenue) amoindrit l'ampleur de ces battements voire entraîne une stabilisation permanente (RN Forêt d'Erstein, RN Forêt d'Offendorf).	Evolution décennale de l'amplitude du battement piézométrique	

de l'hydrosystème (version finale établie après modifications du protocole de Pecheur (2008)) -suite

Sources de l'information	Seuils	Note
Campagnes de photographies aériennes (anciennes et récentes), sur une période de 10 ans	Stabilité de la surface d'alluvions non végétalisées par rapport à la plus ancienne référence disponible : la capacité morphogénique est maintenue intacte	3
	Stabilité décennale (écart <10 %) de la surface d'alluvions non végétalisées, mais régression par rapport à la plus ancienne référence disponible	2
	Régression décennale (écart >10%) de la surface d'alluvions non végétalisées	1
	Disparition de la présence d'alluvions non végétalisées, présence d'ouvrages qui bloquent ou réduisent très fortement la dynamique	0
Cartographie des risques naturels, plans de gestion de expertise ou du gestionnaire	Aucune perturbation du régime des crues par rapport à la plus ancienne référence disponible	3
	Perturbation faible (conservation du régime globale avec altération modérée d'une partie des paramètres) du régime des crues par rapport à la plus ancienne référence disponible	2
	Régime des crues fortement perturbé par rapport à la plus ancienne référence disponible	1
	Pas d'inondation des milieux possible	0
Plans de gestion ou expérience du gestionnaire	Etiage non perturbé	3
	Etiage faiblement perturbé, sans impact identifié sur les communautés riveraines	2
	Etiage moyennement perturbé (écart <50%) par des aménagements (soutien d'étiage, dérivation, pompes) ou perturbations ponctuelles	1
	Débit très perturbé (écart >50%) par des aménagements	0
Réseau de piézomètres, mesures manuelles ou serveur ADES. Pour connaître l'impact sur la végétation, considérer la chronique la plus longue possible car il existe un temps de latence	Aucune perturbation, nappe facilement accessible sur toute la réserve, gradient des espaces aquatiques aux milieux terrestres	3
	Nappe ayant enregistré un enfoncement modéré mais nappe > graviers et alimentant les annexes hydrauliques historiquement phréatiques	2
	Enfoncement supérieur au plancher de graviers sur une grande partie de la réserve ou perte d'alimentation phréatique sur certaines annexes hydrauliques	1
	La nappe n'est plus du tout accessible à la végétation sur l'ensemble de la réserve et perte totale d'alimentation phréatique des annexes hydrauliques	0
Comme ci-dessus	Aucune perturbation, battement naturel conservé	3
	Battement naturel faiblement perturbé (écart sur l'amplitude < 20%)	2
	Battement perturbé (écart < 50%), plus faible que le battement naturel	1
	Battement très amoindri (écart > 50%) (canaux de dérivation ou lacs de retenue à niveau constant) ou aucun battement de la nappe	0

	Charge de fond	La charge de fond est un paramètre essentiel dans le cas de réserves établies sur des cours d'eau à dynamique active. Elle est le support des fonctionnements physique et biologique des milieux. De plus, en équilibre avec les flux en transit, la charge de fond assure la pérennité de la géométrie des fonds et de leur granulométrie. De nombreuses RN sont établies sur des cours d'eau où les flux sont altérés.	Evolution décennale et séculaire de la charge de fond ou à défaut évolution décennale et séculaire du profil en long
FLUX DE MATIÈRE	Charge en suspension	Les matières en suspension correspondent à la fraction la plus fine de la charge alluvionnaire (sable fin, limon, argile) provenant généralement des effets de l'érosion naturelle, des débris d'origine organique et du plancton. L'abondance de matière organique dans l'eau réduit la luminosité entraînant une chute de la teneur en oxygène dissous, freinant alors les phénomènes de photosynthèse. Les digues de protection contre les inondations font que ce paramètre a pu voir son rôle supprimé.	Evolution décennale de la charge en suspension
	Flux de matière organique	Le transport des troncs, branches, feuilles et de la matière organique particulière fait partie des flux qui jouent un rôle écologique reconnu (fourniture en nutriments, protection d'espèces aquatiques ou terrestres, ...). L'abandon de certains fonds de vallée par les activités humaines a conduit à un vieillissement des ripisylves et à un accroissement de ce flux.	Quantité d'embâcles
QUALITÉ DE L'EAU	Qualité physico-chimique	La physico-chimie des eaux détermine largement la composition des peuplements végétaux et animaux de l'hydrosystème, en intervenant sur la richesse des milieux (éléments nutritifs) ou la survie des individus (éléments toxiques ou limitants). Les activités humaines participent à l'amélioration ou à la dégradation de la qualité physico-chimique de l'eau.	Pollution organique et eutrophisante Pollution par micropolluants toxiques
CONNEXIONS BIOLOGIQUES		L'hydrosystème est le siège de nombreux échanges biologiques (déplacements d'espèces, de graines, de fragments végétaux), à des échelles multiples. Dans l'impossibilité de donner une appréciation globale des connexions, l'analyse sera basée sur les déplacements des poissons entre le site et la mer, un lac ou d'autres tronçons du fleuve. Les possibilités d'échange sont très souvent altérées par de multiples processus (colmatage des berges, barrages, morcellement des milieux...). De plus, pour étudier la fonctionnalité de la réserve, on étudiera les connexions biologiques locales, c'est-à-dire si les migrations d'espèces sont possibles dans la réserve et en dehors.	Grands migrateurs piscicoles à l'échelle du bassin versant (évolution des possibilités d'accès pour les poissons migrateurs, barrages) Connexions biologiques locales : - surface de la réserve >1000ha, - importance relative de la réserve par rapport au secteur fonctionnel ³ (moins de 50%), - connexion de la réserve au secteur fonctionnel par au moins deux côtés, - secteur fonctionnel connecté au reste du cours d'eau

³ Secteurs fonctionnels : « combinées à l'hétérogénéité structurale de la plaine (changement de relief, de largeur, de pente) et aux effets de confluence, les modifications du régime hydraulique et de la charge alluviale transportée sont responsables de la différenciation de secteurs fonctionnels caractérisés par un style géomorphologique propre » (Amoros & Petts, 1993). Les secteurs fonctionnels distingués au sein de l'hydrosystème peuvent par exemples être les secteurs de tressages, les secteurs à méandres, les secteurs à chenaux uniques rectilignes. Certaines réserves naturelles occupent un secteur fonctionnel entier ou une partie

Etudes locales, experts, données bibliographiques auprès des agences de l'eau, des directions départementales, du CETE (Centre d'Études Techniques de l'Équipement), du BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières)	Stabilité de la charge de fond par rapport à la plus ancienne référence disponible	3
	Charge de fond stable au pas de temps décennal et modérément réduite par rapport à la plus ancienne référence disponible. Profil en long montrant une faible incision par rapport à la référence historique, stabilité ou exhaussement au cours de la décennie	2
	Charge de fond en forte diminution au pas de temps décennal ou fortement réduite par rapport à la plus ancienne référence disponible. Profil en long montrant une stabilité ou un exhaussement décennal succédant à une incision forte ou modérée	1
	Charge de fond quasiment disparue. Profil en long montrant une forte incision par rapport à la référence historique, incision ou stabilité au cours de la dernière décennie	0
Mesurable par des tuiles creuses qui piègent les alluvions	Stabilité de la charge en suspension par rapport à la plus ancienne référence disponible	3
	Charge en suspension stable au pas de temps décennal et modérément réduite par rapport à la plus ancienne référence disponible	2
	Charge en suspension en forte diminution au pas de temps décennal ou fortement réduite par rapport à la plus ancienne référence disponible	1
	Charge en suspension quasi disparue ou en très grande augmentation dû aux apports anthropiques	0
Observations de terrain, expertise du gestionnaire	Présence d'embâcles importante et de tailles variées	3
	Présence d'embâcles mais tous de la même taille	2
	Présence d'embâcles faible	1
	Aucun embâcle visible	0
Système d'Évaluation de la Qualité de l'Eau (SEQ-Eau)	Très bonne	3
	Bonne	2
	Passable	1
	Mauvaise à très mauvaise	0
	Très bonne	3
	Bonne	2
	Passable	1
	Mauvaise à très mauvaise	0
Expertise du gestionnaire	Pas d'ouvrage empêchant la remontée des poissons en aval	3
	Barrage avec passe à poissons fonctionnelle	2
	Barrage avec passe à poissons partiellement fonctionnelle	1
	Barrage en aval empêchant la remontée du poisson	0
	Quatre réponses « oui »	3
	Trois réponses « oui »	2
	Deux réponses « oui »	1
	Une réponse « oui » ou que des réponses « non »	0

2.4.2 Des indicateurs de surface, de structures, fonctions et de vulnérabilité pour évaluer l'état de conservation des grands types d'habitats alluviaux

Les milieux alluviaux étant fortement dépendants du fonctionnement de l'hydrosystème fluvial dans lequel ils s'inscrivent (inondations périodiques, dynamique fluviale, échanges avec la nappe phréatique, etc. qui conditionnent la mosaïque d'habitats), le dispositif de l'évaluation de la fonctionnalité de l'hydrosystème est complété par une évaluation de l'état de conservation des grands types d'habitats (forêts de bois durs, forêts de bois tendres, milieux prairiaux) utilisant des paramètres plus classiques de surface, structures, fonctions et vulnérabilité, comme le recommande la Commission européenne (92/43/CEE, 1992).

L'intérêt d'utiliser des critères et indicateurs similaires est d'inscrire cette approche méthodologique dans la démarche nationale adoptée par le MNHN, l'idéal étant que toutes les structures gestionnaires d'espaces naturels s'accordent sur une méthode commune pour obtenir des résultats homogènes. L'existence d'une cohérence depuis le site jusqu'au domaine biogéographique est aussi primordiale (agrégation des données possible). C'est dans cette perspective qu'une prise de contact et une recherche bibliographique auprès de différents organismes (Parc Naturel Régional des Ballons des Vosges (Michel, 2002), Parc National des Cévennes (Kleszczewski & Lacoste, 2007), CREN lors du congrès commun RNF-CREN d'avril 2011) ont été menées.

2.4.2.1 Justification des choix des paramètres

Surface : pour que l'évaluation soit satisfaisante, c'est l'évolution de la surface qu'il convient d'analyser (stabilité, extension ou régression) grâce à l'outil Système d'Information Géographique (SIG) par exemple. Toutefois, ce paramètre ne suffit pas à lui seul ; un habitat dégradé peut augmenter en surface ou au contraire un habitat en bon état de conservation peut diminuer en surface. Un habitat en perte de surface indique néanmoins qu'il existe une perturbation entraînant cette régression.

Structure et fonctionnalité : la structure d'un habitat reflète en partie son état. Il convient donc d'évaluer l'état des diverses composantes structurantes de l'habitat. Par exemple, pour les habitats forestiers, les indicateurs porteront sur les cortèges floristiques, sur la structure verticale (stratification) et sur la structure horizontale (organisation en mosaïque).

Concernant la fonctionnalité, les habitats ont deux grandes fonctions sur le plan écologique : la production de matière et d'énergie dans le cadre des relations trophiques et la fonction d'habitats d'espèces (Bouzillé, 2007). L'état de conservation des habitats dépend de l'intégrité de ces fonctions.

Vulnérabilité : plutôt que la considération ambiguë de perspectives futures de maintien des habitats (pressions et menaces) comme le préconise le MNHN, il est préférable de prendre en compte les altérations concrètes affectant les habitats aujourd'hui (piétinement, dérangement, plantation, érosion, espèces envahissantes).

2.4.2.2 Critères et indicateurs retenus pour les forêts de bois tendres

Les forêts de bois tendres sont fortement liées à la dynamique alluviale qui régénère des zones et permet ainsi l'installation de semis de saules et de peupliers, espèces arborées pionnières, de pleine lumière qui colonisent les milieux ouverts ou perturbés. Ces tâches de régénération constituées d'arbres de même âge (et donc de même hauteur) forment des cohortes. Les critères dendrologiques ou de diversité ne sont pas pertinents car la richesse en espèces ligneuses est faible du fait des contraintes (crues, inondations) exercées sur ce milieu. La menace principale qui pèse sur ces boisements est la disparition de la dynamique fluviale conduisant à un vieillissement puis à terme à la disparition des peuplements de bois tendres. Il est donc important de suivre la régénération des espèces ligneuses et

les successions végétales au cours du temps. Le protocole présenté ci-dessous (tableau 3) permet d'appréhender la dynamique du peuplement par l'étude de la répartition des arbres en classes de hauteur et de s'affranchir de la notion de typicité des espèces végétales.

Tableau 3 : Critères et indicateurs, mesures à effectuer et seuils fixés pour l'évaluation de l'état de conservation des forêts de bois tendres (version finale établie après modifications du protocole de Pecheur (2008))

CRITERES	INDICATEURS	Informations à relever	Seuils	Note
EVOLUTION DE LA SURFACE		Surface de l'habitat	Augmentation ou stabilité	3
			Augmentation ou stabilité	2
			Diminution faible	1
			Diminution importante	0
STRUCTURE	Structure verticale stratification ou	Répartition des arbres en classes de hauteur des arbres (<2 m, 2-5 m, 5-10 m, 10-20 m, >20 m)	Les Salicacées sont présents dans toutes les classes de hauteur : des semis inférieurs à 50cm aux arbres de grande taille et répartis de manière homogène. Chaque classe fournit de 15 à 25% des tiges.	3
			Les Salicacées sont présents dans toutes les classes de hauteur : des semis inférieurs à 50cm aux arbres de grande taille et répartis de manière hétérogène. Chaque classe apporte 5 à 20% d'espèces à bois tendres (une classe déficitaire possible).	2
			Les classes de hauteur inférieure à 10m fournissent chacune moins de 10% des tiges de Salicacées (régénération insuffisante)	1
			Les classes inférieures à 10m fournissent chacune moins de 5% des tiges (régénération quasiment absente)	0
ALTERATIONS	Espèces arborescentes exogènes	Densité relative (% du nombre de tiges/ha) d'espèces arborescentes exogènes	Aucune espèce exogène	3
			Présence faible (<=5%)	2
			Entre 5 et 20%	1
			Présence importante d'espèces exogènes (>=20% de recouvrement)	0
	Espèces exogènes herbacées	Recouvrement en %	Aucune espèce exogène	3
			Présence inférieure ou égale à 10%	2
			Présence entre 10 et 40%	1
			Présence >=40%	0
Régénération des espèces ligneuses exogènes	Densité relative (% du nombre de tiges/ha) de semis d'espèces arborescentes exogènes	Aucun semis	3	
		Présence faible (<=5%) de semis	2	
		Entre 5 et 20% de semis ligneux exogènes	1	
		Présence importante de semis ligneux exogènes (>=20% de recouvrement)	0	

2.4.3 Critères et indicateurs retenus pour les forêts de bois durs

Dans les phases de succession végétale, les phases transitoire et de maturité sont marquées par le remplacement progressif des essences pionnières, caractéristiques des forêts de bois tendres par des espèces post-pionnières (*Fraxinus* sp., *Quercus* sp., *Ulmus* sp., *Acer* sp., *Tilia* sp.). A ce stade de développement, la composition du peuplement n'évolue plus qu'à petite échelle sauf lors d'un bouleversement important (tempête, incendie). La dynamique peut reprendre dans les trouées qui se forment lors des phases de vieillissement et de dégénérescence.

Contrairement à la méthode Carnino (2009a) qui évalue certains critères à l'échelle de la placette (flore typique, très gros bois, bois mort, etc.) et d'autres à l'échelle du massif forestier (dégâts d'abrutissement sur la végétation, dommages dus à la surfréquentation humaine, impact des incendies...), tous les indicateurs sont ici mesurés à l'échelle de la placette, sauf l'évolution de la surface de l'habitat.

Les treize indicateurs retenus sont résumés dans le tableau 4.

2.4.4 Critères et indicateurs retenus pour les milieux ouverts

Les prairies alluviales situées dans le lit majeur des rivières sont des zones naturelles d'expansion des crues ; elles ne sont recouvertes qu'épisodiquement par les crues. Elles sont soumises à une sécheresse estivale très importante. En quelques années, la densité de la végétation peut augmenter du fait de la dynamique naturelle : la pelouse évolue vers la prairie et sans l'action décapante des crues ou l'entretien par l'homme et les animaux domestiques, le milieu se ferme progressivement ; les espèces caractéristiques de la friche s'installent (ronces, prunelliers...), les arbustes et les arbres finissent par se développer. Pour les maintenir, la gestion par le retour des pratiques agricoles à des fins conservatoires, fauche ou pâturage, est nécessaire.

Les indicateurs à considérer (tableau 5) portent sur l'évolution de la surface, la richesse et la diversité floristique, la typicité du cortège de rhopalocères, le recouvrement de la strate herbacée et les menaces d'abandon, d'emboisement, d'envahissement par les espèces exogènes ou d'eutrophisation.

Voir tableaux au dos

(Remarque : la surface terrière d'un arbre, mentionnée dans le tableau, correspond à la surface de la section de l'arbre mesurée à 1,30 m du sol. La surface terrière totale d'un peuplement peut être calculée par la somme des surfaces terrières de tous les arbres du peuplement. Son abréviation est G, exprimé en m²/ha.)

Tableau 4 : Critères et indicateurs, mesures à effectuer et seuils fixés pour l'évaluation de l'état de

PARAMÈTRES	CRITÈRES	INDICATEURS	Justification
Surface couverte		Evolution de la surface	Une diminution de la surface traduit un mauvais état de conservation, au contraire si cette surface est stable ou augmente, l'état de conservation est bon.
		DIVERSITÉ SPÉCIFIQUE	Arbres typiques
Structure et fonctionnalité	STRUCTURE		Arbustes, herbacées, lianes typiques (3 indicateurs)
		Structure horizontale du peuplement	Il est difficile de caractériser la structure verticale des forêts de bois durs par le nombre de strates car celles-ci ne sont pas individualisées, d'où l'étude des recouvrements arboré et arbustif.
		Recouvrement strate arbustive et arborée	Le bois mort, sur pied et au sol, est un bon indice de naturalité. Il est le support d'une biodiversité importante.
	FONCTIONNEMENT ÉCOLOGIQUE	Bois mort	Le suivi de la régénération permet d'appréhender le risque de modification de la composition de l'habitat (espèces non autochtones ou pression des herbivores), la résilience des peuplements ou les potentialités de restauration. Si la régénération est suffisante et qu'elle reflète la composition attendue sans être dégradée par la faune sauvage alors l'état de conservation est bon.
		Flux de régénération	
Altérations	ALTÉRATIONS	Espèces arborées exogènes	Les espèces exogènes envahissantes prolifèrent en dehors de leur aire de répartition naturelle et, du fait de leur résistance, de leur adaptabilité et de leur fertilité, produisent des changements significatifs de composition, de structure et/ou de fonctionnement des écosystèmes. Elles entraînent une dégradation du peuplement, par remplacement des espèces locales ou fermeture du milieu.
		Arbustes et herbacées exogènes	
		Régénération des espèces ligneuses exogènes	
		Impact des sangliers	L'impact des sangliers constitue une altération, dégradant l'état de l'habitat

conservation des forêts de bois durs (version finale établie après modifications du protocole de Pecheur (2008))

Informations à relever	Seuils	Note
Surface de l'habitat	Augmentation ou stabilité (perte et extension en équilibre)	3
	Augmentation ou stabilité (perte et extension en équilibre)	2
	Toute autre combinaison	1
	Diminution considérable : équivalente à une perte de plus de 1% par an pendant la période considérée	0
Relevés dendrologiques et dendrométriques. Calcul de la surface terrière en arbres typiques comparée à la surface terrière totale des arbres vivants et détermination de la richesse spécifique	>=75% et richesse>=4	3
	>=75% et richesse entre 3 et 4 ou 50-75% et richesse>=4	2
	>=75% et richesse<3 ou 50-75% et richesse<4 ou 25-50% et richesse>=3	1
	25-50% et richesse<3 ou <25%	0
Relevés phytosociologiques. Calcul du cumul des indices d'abondance-dominance (Braun-Blanquet) des espèces typiques comparé à la somme totale des coefficients d'abondance-dominance	>=75%	3
	Entre 50 et 75%	2
	Entre 25 et 50%	1
	<25%	0
Relevés dendrométriques, tracé du graphique de répartition des classes de diamètre (PB, BM, GB, TGB) en nombre de tiges/ha	Toutes les classes de diamètre sont présentes jusqu'au TGB (TGB>=1%)	3
	Toutes les classes de diamètre sont présentes jusqu'au GB (GB>=5%)	2
	GB<5% et la courbe PB-BM-GB est décroissante ou GB=0% et PB<=75%	1
	Une seule classe de diamètre est largement représentée (>75%)	0
Pourcentage de recouvrement des strates arborée et arbustive	Couvertures arborée>75% et arbustive>10% ou couvertures arborée 50-75% et arbustive>75%	3
	Couvertures arborée>75% et arbustive<10% ou couvertures arborée 50-75% et arbustive 10-25% ou couvertures arborée 25-50% et arbustive>25%	2
	Couvertures arborée 50-75% et arbustive<10% ou couverture arborée 25-50% et arbustive<10%	1
	Couverture arborée<25% ou couvertures arborée 25-50% et arbustive<10%	0
Relevés dendrologiques et dendrométriques. Calcul du rapport de la surface terrière de bois mort sur la surface terrière totale du bois vivant et du bois mort	Ratio >= 15%	3
	Ratio entre 2 et 15%	2
	Ratio inférieur à 2%	1
	Absence de bois mort	0
Régénération des espèces arborescentes typiques (diamètre à 1,30 m <7,5 cm), espèces et nombre de pieds dans les classes de hauteur (0,5-2 m, 2-4 m, >4 m) et détermination de la richesse spécifique	Semis dans 3 strates et richesse>=3	3
	Semis dans 3 strates et richesse entre 1 et 3 ou semis dans 2 strates et richesse entre 1 et 3 ou semis dans 2 strates et richesse>=3	2
	Semis dans 1 à 3 strates et richesse<=1 ou semis dans 1 strate seulement quelque soit la richesse	1
	Pas de semis	0
Calcul de la surface terrière des arbres exogènes comparée à la surface terrière totale	Aucune espèce exogène	3
	<=5% d'espèces exogènes	2
	Entre 5 et 20% d'espèces exogènes	1
	>=20% d'espèces exogènes	0
Calcul du cumul des coefficients d'abondance-dominance des espèces exogènes comparé à la somme totale des coefficients d'abondance-dominance	Aucune espèce exogène	3
	<=5% d'espèces exogènes	2
	Entre 5 et 20% d'espèces exogènes	1
	>=20% d'espèces exogènes	0
Pourcentage de relevés où au moins un semis est observé	Aucun relevé	3
	Présence de régénération dans moins de 10% des relevés	2
	Présence de régénération dans 10 à 40% des relevés	1
	Présence de régénération dans plus de 40% des relevés	0
Estimation de la surface de la placette retournée par les sangliers	Aucun impact de sanglier	3
	Moins de 10% est dégradé par les sangliers	2
	Entre 10 et 20% est dégradé par les sangliers	1
	Plus de 20% est dégradé par les sangliers	0

Tableau 5 : Critères et indicateurs, mesures à effectuer et seuils fixés pour l'évaluation de l'état de conser-

PARAMÈTRES	CRITÈRES	INDICATEURS	Justification
Surface couverte		Evolution de la surface	Plus la surface de prairies humides inondables à l'échelle d'un bassin est élevée, plus leur capacité de stockage d'eau en période de crues et donc leur contribution au régime hydrologique est importante.
		Richesse floristique sur des placettes circulaires de 10 m de rayon	Les prairies alluviales naturelles présentent en général une richesse floristique élevée. Au contraire, les sols très enrichis en engrais favorisent au contraire un faible nombre de plantes, de milieux eutrophes.
Structure et fonctionnalité	DIVERSITÉ	Diversité floristique	La diversité floristique mesure la façon dont les espèces sont assemblées : elle dépend à la fois de la richesse et de la contribution des différentes espèces au peuplement. L'indice d'équirépartition permet de savoir s'il existe un déséquilibre floristique (si quelques espèces dominent ou si les espèces sont réparties de manière homogène).
		Structure phytosociologique de l'habitat	On observe la présence des espèces caractéristiques de l'habitat étudié (Royer, 1991)
		Typicité du cortège de rhopalocères	L'étude des populations de rhopalocères est un bon indicateur du maintien de l'ouverture des milieux. Le réseau RNF a initié un suivi à long terme des milieux ouverts en suivant les rhopalocères (Langlois & Gilg, 2007)
		STRUCTURE	Recouvrement de la strate herbacée
Altérations	ALTÉRATIONS	Abandon	L'abandon est une des principales sources de régression due au déclin de l'élevage ou du fauchage. Ces prairies ou pelouses évoluent alors rapidement vers des boisements. On mesure ce phénomène d'ourlification par le pourcentage de recouvrement des espèces sociales.
		Embuisonnement	Dans la dynamique naturelle, sans intervention humaine, une prairie tend à l'embuisonnement. Il convient de limiter cette dynamique pour maintenir les milieux ouverts, selon les objectifs de gestion fixés par le gestionnaire de la réserve naturelle.
		Envahissement par les espèces exogènes	La colonisation du milieu par des espèces exogènes diminue la richesse spécifique par la formation de peuplements monospécifiques.
		Niveau trophique	Le niveau trophique traduit la richesse en nutriments du sol. L'enrichissement trophique est lié aux animaux ou aux actions de l'homme.

-vation des milieux ouverts (version finale établie après modifications du protocole de Pecheur (2008))

Informations à relever	Seuils	Note
Surface de l'habitat	Augmentation ou stabilité (perte et extension en équilibre)	3
	Augmentation ou stabilité (perte et extension en équilibre)	2
	Toute autre combinaison	1
	Diminution considérable : équivalente à une perte de plus de 1% par an pendant la période considérée	0
Nombre d'espèces présentes sur la placette	Présence de plus de 35 espèces	3
	Entre 25 et 35 espèces présentes	2
	Entre 15 et 25 espèces présentes	1
	Moins de 15 espèces présentes	0
Indice d'équirépartition ⁵	Entre 0,75 et 1	3
	Entre 0,5 et 0,75	2
	Entre 0,25 et 0,5	1
	Entre 0 et 0,25	0
Proportion de recouvrement typique par rapport au recouvrement total	<=70%	3
	50 à 70%	2
	30 à 50%	1
	<30%	0
% d'espèces typiques (en présence-absence)	>75%	3
	50-75%	2
	25-50%	1
	<25%	0
Recouvrement herbacé en %	Entre 40 et 70 pour les pelouses Entre 75 et 100% pour les prairies	3
	Entre 20 à 40 ou 70 à 80 pour les pelouses Entre 50 et 75% pour les prairies	2
	Entre 10 à 20 ou 80 à 90 pour les pelouses Entre 25 et 50% pour les prairies	1
	Entre 0 et 10 à 90 à 100 pour les pelouses Entre 0 et 25% pour les prairies	0
Recouvrement d'espèces sociales en %	<10%	3
	Entre 10 et 20%	2
	Entre 20 et 50%	1
	>50%	0
Recouvrement arbustif en %	Recouvrement des espèces ligneuses spontanées (>50cm) <10%	3
	Eparses (entre 10 et 20%)	2
	Importantes >20%	1
	Très importantes (>50%)	0
Cumul des coefficients d'abondance-dominance et calcul du ratio par rapport au total	Aucune espèce exogène	3
	<5%	2
	Entre 5 et 10%	1
	>10%	0
Indice de Julve (Julve, 2005) ou indice d'Ellenberg (Ellenberg <i>et al.</i> , 1992)	Indice entre 1 et 2	3
	Indice entre 2 et 4	2
	Indice entre 4 et 7	1
	Indice entre 7 et 9	0

⁵ Indice d'équirépartition (ou équitabilité) : cet indice est l'indice de Shannon-Weaver rapporté au logarithme du nombre total d'espèces. Il informe sur le profil de distribution des abondances des espèces et varie de 0 quand il y a déséquilibre floristique (une seule espèce domine) à 1 quand toutes les espèces présentent la même abondance.

Nous disposons désormais des outils (critères et indicateurs, mesures à effectuer, seuils fixés) pour mener à bien l'évaluation de l'état de conservation des grands types d'habitats alluviaux, couplée à un diagnostic de la fonctionnalité de l'hydrosystème. Nous avons aussi pris en compte les points ayant fait débat au cours des discussions entre experts au sujet des méthodologies mises en place par Carnino (2009) sur les habitats forestiers et son applicabilité au sein des RN (Le Jean, 2008) et (Tournier, 2010) et de Pecheur (2008) sur les habitats alluviaux. Ces remarques portaient sur le choix des critères et des indicateurs, la méthode et la mise en œuvre du protocole. Nous tentons par la suite, sur la base des tests terrain et de réflexions plus précises, d'apporter des modifications aux protocoles existants afin de les améliorer et de finaliser une méthodologie claire et opérationnelle.

3. LES AMÉLIORATIONS APPORTÉES AUX PROTOCOLES, VERS UN CADRE MÉTHODOLOGIQUE COMMUN

3.1. NOTION DE SUIVI

Afin d'assurer la surveillance à long terme de l'état de conservation des habitats, il est important de conduire une opération de suivi (« monitoring ») bien appropriée. Une démarche de suivi ne se résume pas à élaborer un protocole, défini comme l'ensemble des règles régissant la récolte et la mesure des variables, même s'il en constitue le cœur. En effet, il est également important de spécifier les objectifs du suivi, de tester le protocole, de contrôler la pertinence des paramètres retenus, d'analyser les données recueillies et de tirer des informations pour la gestion du site. Dufour et Pont (2006) en suivant Noss (1990) proposent de distinguer huit étapes successives lors de la mise en place et de la réalisation d'un suivi (les étapes 1 à 5 ne sont réalisées qu'une fois en début de programme, les étapes 6 à 8 sont itératives) :

1. déterminer le(s) objectif(s) du suivi,
2. rassembler les données existantes et si possible établir une première carte des unités,
3. choisir une stratégie d'échantillonnage,
4. mettre en place le protocole et sélectionner des paramètres,
5. tester le protocole et le modifier si besoin est,
6. collecter les données,
7. analyser les informations et interpréter les résultats,
8. énoncer des recommandations de gestion (et éventuellement valider la pertinence des paramètres et des indicateurs utilisés).

3.2. CARACTÉRISTIQUES DU PROTOCOLE

La méthode d'évaluation de l'état de conservation doit être :

- **simple**, faisant appel à des critères quantitatifs, clairs et pertinents et reproductible et réaliste d'un point de vue technique et financier, c'est-à-dire telle que le couple investissement-pertinence soit adapté aux moyens financiers et humains des gestionnaires ;
- **rapide**, autant sur le terrain pour la réalisation des mesures pour les relevés que pour le traitement statistique des données ;
- **scientifiquement rigoureuse**, utilisant des critères choisis d'après la bibliographie scientifique et les travaux de gestionnaires ainsi que des indicateurs en nombre restreint, fiables, pertinents et quantitatifs autant que possible ;
- **standardisée** pour permettre des comparaisons et des analyses croisées des données inter-sites (synchroniques) et intra-sites (diachroniques) ;
- **compatible avec des méthodes déjà mises en œuvre**, notamment le protocole de suivi de la dynamique spontanée des forêts alluviales du réseau des RN fluviales (Pont, 2001).

3.3. DÉFINITION DU DOMAINE D'APPLICATION

Cette étude se limite aux boisements des grands systèmes alluviaux. On retiendra comme limite les cours d'eau dont la largeur du chenal (ou de la bande active pour les cours d'eau en tresses) est supérieure à la hauteur des plus grands arbres riverains, soit 30 à 40 mètres. En effet, la complexité des boisements alluviaux ne peut s'exprimer que dans des massifs forestiers suffisamment vastes et les cordons de ripisylve de quelques décamètres de large sont en partie redevables d'autres logiques de gestion ; ils sont de ce fait exclus.

Le protocole s'applique à tout type d'habitat alluvial tant que la surface de l'habitat dans la RN et la taille des patchs de l'habitat permettent d'effectuer au minimum 20 placettes pour obtenir une évaluation pertinente (cf. paragraphe 4.3.2).

3.4. MODIFICATIONS DANS LE CHOIX DES CRITÈRES ET DES INDICATEURS

Les différents critères et indicateurs proposés par Pecheur (2008) ont été reconsidérés au cours du stage. Les modifications apportées à chacun des protocoles sont mentionnées ci-dessous.

3.4.1. Modifications du protocole d'évaluation de la fonctionnalité de l'hydrosystème

Le protocole a été testé pour neuf RN et aucun changement fondamental n'est apparu nécessaire pour les critères et indicateurs retenus pour l'évaluation de la fonctionnalité de l'hydrosystème. Toutefois, la façon de les intégrer a été retravaillée (cf. description du système de notation dans le paragraphe 4.2).

3.4.2. Améliorations des protocoles d'évaluation de l'état de conservation des forêts de bois durs et des forêts de bois tendres

3.4.2.1. Changements apportés aux indicateurs

A l'issue de la phase de terrain, certains indicateurs de l'état des habitats des forêts de bois durs et de bois tendres ont dû être réprécisés. Toutes les modifications sont consultables dans les versions finales des protocoles (tableaux 2, 3, 4 et 5 du paragraphe 2) et sont détaillées ci-dessous.

- Pour l'indicateur « arbres typiques des forêts de bois durs », la prise en compte du nombre d'arbres contribuant à la surface terrière a été ajoutée grâce à un indicateur de richesse spécifique. Les forêts de bois durs sont en effet caractérisées par une richesse spécifique élevée ; si seules une ou deux essences d'arbres participent à la composition du peuplement, cela ne traduit pas un bon état.
- L'indicateur « flux de régénération » a aussi été retravaillé dans le protocole d'évaluation des forêts de bois durs. Le protocole « suivi à long terme de la dynamique spontanée des forêts alluviales » (Pont, 2001) relève les semis ligneux dans deux sous-placettes (circulaires de 2 m de rayon) de la placette d'échantillonnage (6 ares), la régénération est alors sous-estimée. Ici, on préconise de relever le nombre de pieds d'espèces arborescentes se régénérant, en indiquant leur classe de hauteur (de 0,5 à 2 m, de 2 à 4 m ou >4 m). Pecheur (2008) avait fait le choix d'écarter une approche quantitative de la régénération en considérant que l'état de l'habitat était bon si des semis étaient présents dans deux strates, moyen s'ils n'étaient présents que dans une strate, mauvais s'il n'y avait pas de semis. Nous proposons de renseigner cet indicateur par une information semi-quantitative en considérant la richesse moyenne en semis en plus du nombre de strates occupées par la régénération, car il est important que le peuplement d'avenir présente une composition garantissant la diversité spécifique caractéristique de ces boisements.

- Pour le renseignement des indicateurs « arbres, arbustes, herbacées et lianes typiques » des forêts de bois durs exigé par le protocole de Pecheur (2008), des listes d'espèces typiques ont été établies au cours de ce stage.

En effet, d'après la directive Habitats-Faune-Flore (92/43/CEE, 1992), l'état de conservation d'un habitat est favorable si, entre autres, « l'état de conservation des espèces typiques de [cet] habitat est favorable ». Cependant, la directive ne mentionne pas ce qu'est une « espèce typique ».

Les espèces typiques peuvent être considérées comme les espèces les plus appropriées pour diagnostiquer l'état de conservation de la structure et des fonctions de l'habitat (Bensettiti *et al.* 2006). Maciejewski (2010) a travaillé sur une méthodologie d'élaboration des listes d'« espèces typiques » pour des habitats forestiers d'intérêt communautaire en vue de l'évaluation de leur état de conservation. Elle donne plusieurs recommandations pour le choix des espèces typiques : il peut s'agir d'espèces indicatrices appartenant à la liste préétablie dans les cahiers d'habitats par habitats élémentaires (Carnino, 2009a), d'espèces diagnostiques selon l'indice de fidélité de Chytry, d'espèces caractéristiques au sens phytosociologique (dont les fréquences sont les plus élevées dans les relevés) ou d'espèces ni trop communes, ni trop rares, facilement identifiables (même par un non-spécialiste) et pérennes à moyen ou long terme.

Ces listes d'espèces typiques des forêts alluviales de bois durs (annexe 2) ont été établies par grand bassin hydrographique, soumis à l'avis des gestionnaires et à l'expertise des CBN en vue de limiter les contentieux, comme il l'a été exigé pour les travaux de Carnino (2009a).

3.4.2.2. Modifications des valeurs seuils

Déterminer les valeurs seuils qui délimitent les classes d'état des indicateurs constitue la principale difficulté dans l'établissement du protocole. La littérature scientifique mentionne peu de références en termes de surface terrière, de recouvrement arboré ou de richesse spécifique dans les habitats forestiers en général et en particulier dans les boisements alluviaux. Certaines valeurs seuils ont été modifiées grâce aux retours d'expérience de la phase de terrain.

- Pour le bois mort en forêt de bois durs, il s'est avéré que la proportion d'arbres morts sur pied ou au sol en surface terrière était bien souvent supérieur à 15 %. Les valeurs seuils ont été modifiées en conséquence.
- Les valeurs seuils des indicateurs « structure horizontal du peuplement » et « recouvrements arboré et arbustif » en forêt de bois durs ont aussi été réarrangées car elles ne traitaient pas de tous les cas possibles. Pour la même raison, des précisions ont aussi été apportées pour l'indicateur « répartition en classes de hauteur des espèces de bois tendres ».

Pour justifier les valeurs seuils, les relevés en forêts de bois durs ont été complétés par des relevés dans des peuplements plus dégradés (peupleraies). Bien sûr, l'idéal aurait été de pouvoir disposer de références de peuplements « témoins » à haut degré de naturalité pour renseigner les valeurs seuils. L'idée d'effectuer des tests terrain des mêmes protocoles en dehors des limites de la RN de l'Île de la Platière, dans le site Natura 2000 de l'Île de la Platière (FR8212012) par exemple, afin de vérifier la pertinence des valeurs seuils et éventuellement de constater l'effet réserve a aussi été émise.

3.5. RECHERCHE D'INDICATEURS NON CORRÉLÉS

Pour que l'information ne soit pas redondante, les indicateurs doivent être indépendants les uns des autres. Dans cette perspective et en vue de simplifier l'évaluation, le test d'une version détaillée de la grille d'évaluation de l'état de conservation des forêts de bois durs dans la RN de l'Île de la Platière et une analyse en composantes principales (ACP) sur les données recueillies ont été

réalisés. Les indicateurs considérés pour l'évaluation des forêts de bois durs sont bien décorrélés (cf. détails de l'ACP en annexe 3).

Un doute avait été émis sur la corrélation entre recouvrement arboré avec la surface terrière des arbres vivants ou la proportion de gros et très gros bois mais la considération de cet indicateur apporte de l'information supplémentaire.

3.6. EFFORTS D'ÉCHANTILLONNAGE

Une application sommaire de la méthode à partir de données disponibles sur deux RN nationales (Val de Loire et Île de la Platière) présentant des situations contrastées était apparue pertinente et discriminante dans le travail de Pecheur (2008). Elle est affinée dans ce rapport grâce à des tests plus approfondis (définition des stratégies d'échantillonnage, application sur le terrain, analyse des résultats, comparaison entre réserves, etc.), rendant ainsi plus robustes les protocoles préétablis. La phase de terrain est apparue indispensable afin de mesurer l'efficacité (réalisation de l'objectif), l'efficacité (maximalisation du résultat par rapport au moyen alloué) et la pertinence (adéquation et bonne articulation du couple objectif/moyen) des indicateurs choisis.

L'établissement des stratégies d'échantillonnage en vue de tester les protocoles sur le terrain a constitué une part importante dans le travail réalisé au cours de ce stage. Pour chacun des protocoles (forêts de bois durs, forêts de bois tendres, milieux prairiaux), la stratégie d'échantillonnage choisie est différente d'où la définition de trois plans d'échantillonnage différents.

3.6.1. Travail préalable

L'identification fiable des habitats, par la réalisation de la cartographie des habitats (au 1/5 000 ou 1/10 000) figurant dans le plan de gestion des RN est un préalable indispensable à la mise en œuvre de la démarche d'évaluation de l'état de conservation des habitats.

3.6.2. Échantillonnage stratifié des forêts de bois durs

Plan d'échantillonnage : on choisit un plan d'échantillonnage stratifié puisque les réserves disposent d'une carte des habitats ; les strates (unités homogènes) retenues sont alors les habitats de forêts de bois durs.

Positionnement des centres des placettes : systématique, aux intersections d'un maillage carré de 50 m, leur centre est repéré à l'aide d'un GPS.

Il est possible d'utiliser les placettes permanentes déjà existantes (définies dans le cadre du protocole de suivi des forêts alluviales) et d'y ajouter des placettes temporaires. Toutefois, il semble exister un biais si l'on ne considère que les placettes permanentes dans la mesure où, d'après le protocole de suivi des forêts alluviales, elles sont situées en « réserve forestière intégrale, [...] dans des boisements en bon état, où aucune intervention humaine n'a eu lieu depuis longtemps, proche de l'état de la naturalité » (Pont & Le Bot, 2002). Les relevés réalisés dans le cadre du stage permettront de mesurer l'apport des placettes temporaires (cf. paragraphe 4.3.2).

Une autre stratégie d'échantillonnage positionnant les centres des placettes aux centroïdes des polygones d'habitats avait été envisagée par Pecheur (2008) mais cette méthode n'est pas probabiliste et un biais est introduit dans la mesure où les polygones des habitats ont des tailles très variables (F. Morneau, comm. pers.).

Forme des placettes : les placettes sont circulaires, elles sont ainsi faciles à implanter car isotropes (un seul point à repérer), il y a aussi moins d'arbres limites que pour des placettes rectangulaires et il n'y a pas de direction préférentielle.

Taille : les placettes ont une surface définie de 600 m² (rayon de 13,8 m). Cette superficie est un compromis acceptable pour concilier le temps et les objectifs de caractérisation et de suivi global des peuplements forestiers.

Délimitation des placettes à surface définie sur le terrain : on utilise un dendromètre Suunto (Rondeux, 1978) avec une mire réalisée de façon à pouvoir réaliser une mise à distance de 13,8 m (S. Gaudin, comm. pers.). Une cordelette de la longueur souhaitée pourrait être utilisée mais ce n'est pas idéal à cause de la végétation basse. L'utilisation d'un télémètre peut aussi être envisagée (I. Vinkler, comm. pers.).

Nombre de placettes : on envisage de réaliser au minimum 20 placettes (tirées au sort) pour le grand type d'habitats « forêts de bois durs ». On reconsidèrera ce nombre *a posteriori* (paragraphe 4.3.2). Une carte figurant les placettes ayant fait l'objet d'une application du protocole dans la RN de l'Île de la Platière est consultable en annexe 4.

Date d'inventaire : de mai à juillet. Pour que les relevés soient comparables, l'idéal est de les réaliser à des dates similaires dans l'année. Avec les contraintes de durée du stage, les inventaires « forêts de bois durs » ont été réalisés en deux étapes : mesures des diamètres des arbres en février (la progression au sein du peuplement était alors facilitée ainsi que la réalisation des mesures mais l'identification des espèces était plus délicate) puis relevés phytosociologiques et détermination des recouvrements arboré, arbustif et herbacé en mai. Ce déroulement des relevés est finalement apparu bien approprié. Les fiches de relevés utilisées sur le terrain sont fournies en annexe 5.

Fréquence d'inventaire : pas de temps de 10 à 15 ans. En cas de travaux réalisés dans la réserve, il est intéressant de faire un état initial avant travaux et de réduire le pas de temps après travaux (5 à 10 ans) pour mener l'évaluation de l'état de conservation des habitats (Dufour & Pont, 2006).

Les relevés réalisés au cours de la première campagne de suivi fourniront l'état initial de la situation du boisement.

Cas des plantations : le problème des plantations allochtones (essentiellement des peupleraies dans les milieux alluviaux) soulevé dans les réflexions sur la méthodologie Carnino (2009a) a aussi été abordé dans cette étude par la réalisation de relevés sur le terrain (analyse des données dans la partie 4.3.3). Certes, les peupliers font partie des espèces typiques des berges de cours d'eau et des plaines alluviales mais les usages anciens ont laissé place à la populiculture extensive (voire intensive) qui s'est développée au détriment des boisements alluviaux et des prairies alluviales. Une peupleraie ne peut pas être assimilée à une forêt alluviale naturelle (plantation monoclonale, absence de gros arbres, rarement supérieurs à 70 cm de diamètre, disparition fréquente des strates intermédiaires, simplification apparente de la faune, souvent disparition d'espèces patrimoniales). Michel (2002) propose d'attribuer, sans réaliser de relevé, un état dégradé aux plantations d'essences locales de moins de 40 ans, aux plantations d'essences allochtones quel que soit leur âge. Les plantations d'essences locales entre 40 et 80 ans sont évaluées selon son protocole. Carnino (2009) précise la surface de l'habitat affectée par des plantations et revoit la note à la baisse.

Les peupleraies sont à cartographier sous les codes 83.3211 (peupleraie avec végétation à hautes herbes (mégaphorbiaies)) et 83.3212 (autres peupleraies) selon la typologie Corine Biotope (Bissardon *et al.*, 1997) afin d'éviter toute erreur d'interprétation pour la gestion future de ces milieux (Cinotti & Clauce, 2003).

Les relevés réalisés dans les peupleraies de la RN de l'Île de la Platière se distinguent des relevés de forêt de bois durs par l'absence d'arbres typiques des forêts de bois durs, par des recouvrements arboré et arbustif faibles, par des bois moyens et des gros bois abondants et des espèces arborées exogènes occupant une surface terrière importante (figure 5). Toutefois, les différences ne

sont pas si discriminantes car il s'agissait souvent de vieilles peupleraies et l'écart à la note maximale potentielle (paragraphe 4) est légèrement supérieur à ceux calculés pour les forêts de bois durs.

Evaluation des indicateurs dans les peupleraies de la réserve de l'île de la Platière

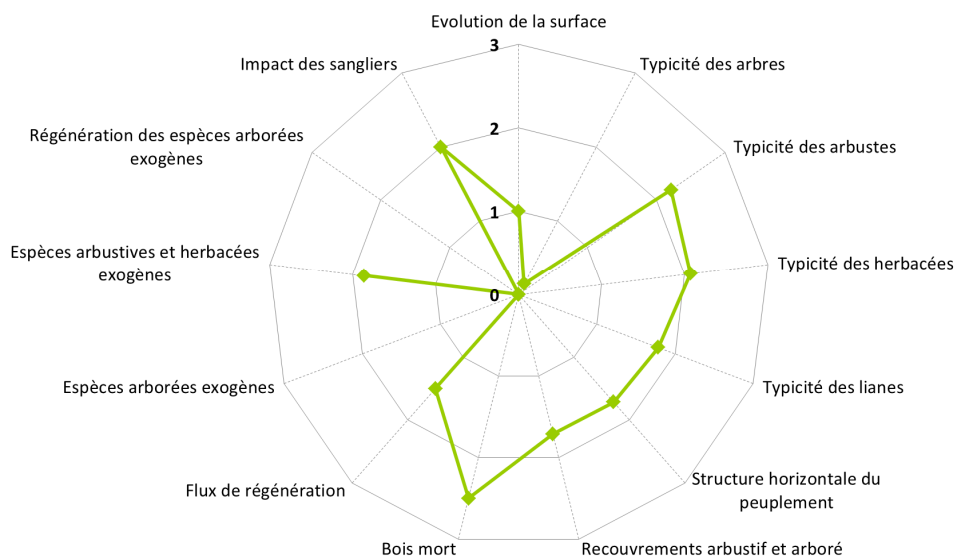


Figure 5 : Représentation graphique de l'évaluation des indicateurs participant à l'évaluation des peupleraies dans la réserve naturelle de l'île de la Platière

À la lecture des publications (Berthelot *et al.*, 2005 et Laporte, 2005) et des analyses des données de terrain, le conseil est donné de réaliser les relevés de terrain en peupleraie comme en forêt de bois durs pour évaluer leur état de conservation. L'acquisition de données supplémentaires permettra alors la prise d'une décision plus éclairée pour le cas des plantations. Les études sur l'impact de la populiculture sur la biodiversité alluviale sont rares et les résultats sont différents selon les auteurs et les taxons étudiés. Des interrogations restent en suspens : quelle est la spécificité de la biodiversité des peupleraies ? Quel est le positionnement des peupleraies entre prairies, cultures et forêts ? La biodiversité des prairies et des forêts se retrouve-t-elle dans la variété des situations écologiques des peupleraies (âge, entretiens, antécédent) ?

3.6.3.Échantillonnage par transect des forêts de bois tendres

Méthode d'échantillonnage : pour tester le protocole « forêts de bois tendres », la méthode *Point-Centered Quarter Method* (PCQM), mise au point par Cottam et Curtis (1956) est utilisée. Cette méthode permet une évaluation rapide des densités d'arbres, des semis de régénération et des espèces exogènes. Dans le cas d'un échantillonnage par transect, la méthode PCQM permet d'allier efficacité (estimation précise des densités) et rapidité.

Positionnement des placettes : pour la mise en application, il est nécessaire de tracer des transects dans les zones de forêts de bois tendres, sous SIG d'abord en s'aidant de la cartographie des habitats, puis sur le terrain à l'aide d'un toposfil et d'une boussole sur une longueur connue. Une placette d'étude est installée tous les 50 m le long du transect. Les transects seront effectués idéalement perpendiculairement au chenal de façon à inventorier les différentes cohortes qui sont de formes allongées et organisées parallèlement à l'axe d'écoulement.

Forme et taille des placettes : les placettes sont circulaires. Pour chaque placette, la surface est divisée en quatre secteurs (I, II, III, IV) par le tracé d'une ligne imaginaire coupant perpendiculairement la ligne du transect (figure 6), le rayon de ces quadrants circulaires est de 25 m, de manière à éviter le chevauchement d'un point à un autre. On inventorie ensuite chacun des paramètres étudiés sur les

individus les plus proches du centre de la placette en prenant soin de noter la distance entre l'individu et le centre de la placette.

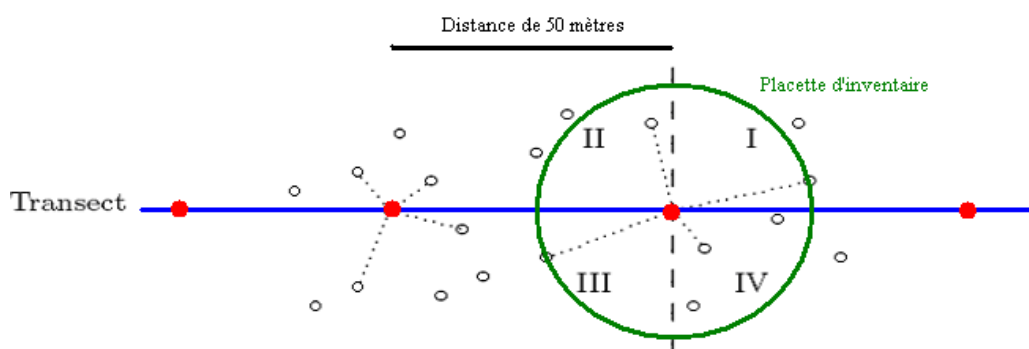


Figure 6 : Représentation schématique d'une placette réalisée dans le cadre du protocole PCQM

Nombre de placettes : un minimum de 20 placettes est conseillé (paragraphe 4.3.3). Le nombre de placettes réalisé en forêt de bois tendres est souvent limité par la surface réduite couverte par ce type de boisement. Une carte figurant les transects ayant fait l'objet d'une application du protocole dans la RN du Val de Loire est consultable en annexe 6.

Date d'inventaire : dans le cadre du stage, les relevés ont été effectués en mars-avril. La végétation basse est encore réduite à cette période ; les déplacements dans les peuplements sont alors facilités. La fiche de relevé ayant servi sur le terrain est fournie en annexe 7.

Fréquence d'inventaire : la fréquence d'inventaire recommandé est la même que pour les forêts de bois durs.

3.6.4. Échantillonnage des milieux ouverts

L'évaluation des indicateurs de l'état de conservation des milieux ouverts (prairies et pelouses) nécessite la mise en place en amont d'un plan d'échantillonnage constitué de placettes de suivi sur lesquelles la végétation sera étudiée grâce à des relevés phytosociologiques réalisés en été, sur 10 m de rayon. La mise en place d'un maillage systématique de 50 m ou 100 m de côté (une à quatre placettes par hectare) dans la prairie est la façon la plus rigoureuse de procéder (Darinot & Perrais, 2009). Cette méthode nécessitant un lourd investissement en temps d'inventaire qui n'est pas sûrement compensé par un apport important d'informations, la RN de l'Île de la Platière a adopté un plan d'échantillonnage stratifié selon l'habitat et l'histoire de gestion de la prairie en distinguant des unités prairiales dans lesquelles des points de suivi ont été implantés (pour exemple, une carte présentant les points de suivi qui permettent le suivi et l'évaluation de la gestion dans la RN de l'Île de la Platière depuis 1998 est placée en annexe 8).

Il est conseillé de réactualiser l'évaluation de l'état de conservation des prairies tous les cinq ans. La fréquence de passage conseillée est supérieure à celle indiquée pour l'évaluation des forêts dans la mesure où les milieux ouverts ont une dynamique d'évolution plus rapide.

Pour le suivi des rhopalocères, le protocole de suivi des milieux ouverts par les rhopalocères rédigé par Langlois et Gilg (2007) est utilisé. L'hypothèse étant que le peuplement de rhopalocères peut constituer un descripteur de l'état de conservation des habitats de prairie alluviale, des variations dans le peuplement (abondance relative des espèces, apparition ou disparition d'espèces) constituent des signes qui doivent attirer l'attention du gestionnaire et l'aider à évaluer la gestion mise en œuvre. Ce protocole permet l'acquisition d'un indice d'abondance de chaque espèce grâce au recensement des papillons sur des itinéraires échantillons traversant les différents groupements végétaux représentés

dans chacune des prairies, permettant de décrire la structure du peuplement. Les itinéraires sont parcourus tous les 15 jours, d'avril à septembre.

Quel que soit le protocole, les données brutes seront saisies informatiquement (sous un tableur Excel ou un système de gestion de base de données) et archivées. Ensuite, les données seront analysées en vue d'évaluer l'état de conservation des habitats et d'améliorer la connaissance sur le fonctionnement et l'évolution des forêts alluviales en réponse aux différents modes de gestion ou sur les milieux ouverts. Les expériences et savoir-faire seront partagés grâce au réseau RNF.

En vue de la diffusion de la méthode auprès des gestionnaires de RN fluviales, un guide fournissant des conseils pratiques pour le recueil des données et l'évaluation de l'état de conservation a aussi été rédigé.

À l'issue de la phase de terrain, la mise en œuvre de la méthode a fourni des données quantitatives précises et objectives à l'échelle de placettes. Il s'agit d'intégrer ces données afin de disposer d'une information par grand type d'habitats et de pouvoir ensuite renseigner l'état de conservation. L'analyse des données va permettre de calculer des moyennes pour chaque indicateur, que l'on situera ensuite sur une échelle grâce aux valeurs seuils. Des notes pourront être attribuées à chacune des classes d'état dans lesquelles se situent les valeurs des indicateurs, afin de rendre plus simple l'expression des écarts par rapport à l'état optimal voire de les visualiser graphiquement.

4. ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION PAR UN SYSTÈME DE NOTATION

Réaliser une évaluation suppose la mise en œuvre d'une démarche de comparaison entre une entité observée et une entité attendue. La proposition d'un système de notation rendant possible le calcul d'un écart à l'état de référence permet de répondre à cette exigence.

4.1. MÉTHODES DE NOTATION

Plusieurs façons d'évaluer l'état de conservation des habitats apparaissent dans la littérature :

(tableau en page suivante)

Tableau 6 : Présentation des avantages et des inconvénients de quelques méthodes de notation existantes sur l'évaluation de l'état de conservation des habitats

Méthodes	Avantages	Inconvénients
Feux tricolores (MNHN) Etat favorable, état défavorable inadéquat, état défavorable mauvais	- approche intéressante car elle synthétise les grandes fonctions de l'habitat ; - méthode simple et facile à comprendre	- les variations d'un état de conservation à l'autre ne sont pas assez graduelles, nécessité de rajouter une échelle ; - méthode assez stricte (si un des paramètres est évalué en mauvais état alors l'état de conservation est jugé défavorable mauvais). Par exemple, un habitat peut avoir une faible surface et être en bon état de conservation
Méthode de Pecheur (pour RNF 2008)	- grille d'évaluation détaillée ; - amplitude assez large qui permet de discriminer les valeurs entre les sites et de les classer	- les « valeurs seuils » pour attribuer les notes sont parfois difficiles à fixer ; - combinaison de plusieurs protocoles
Clé dichotomique (Carnino, 2009)	- facile à comprendre ; - un peu plus progressive que la méthode des feux tricolores	- l'habitat est classé dans des grandes catégories d'état de conservation sans plus de précision
Méthode de Carnino (pour MNHN 2009)	- plus progressive : la note permet de situer l'habitat de manière plus fine sur une échelle d'état de conservation ; - plus précise : permet de mieux mesurer les efforts à fournir pour agir en faveur du bon état de conservation	- méthode un peu plus compliquée à appréhender ; - les « valeurs seuils » pour attribuer les notes sont parfois difficiles à fixer
Pondération des indicateurs en fonction de leur importance (mentionné par Pecheur, 2008)	- méthode progressive et précise ; - permet d'avoir une vision globale de l'état de conservation ; - permet de comparer les habitats entre eux	- difficile d'attribuer des poids aux critères afin de bien refléter le fonctionnement de l'écosystème, chaque poids est discutable
Système de note intermédiaire pour chaque critère puis calcul d'indices (Michel, 2002)	- approche intéressante : notes intermédiaires par paramètres	- utilisation de calculs (racines carrées, moyennes) selon l'aspect limitant des facteurs : compliqué
Formulaire standard de données (MNHN)	- outil opérationnel, permettant d'assister la prise de décision	- évaluation succincte, sans indicateur précis, à dire d'expert

4.2. EXPLICATION DE LA MÉTHODE CHOISIE

La problématique principale pour synthétiser les données est de déterminer comment passer d'une information portant sur un polygone de la cartographie des habitats à des données relevées sur des placettes sur le terrain, synthétisées ensuite par habitat générique, tout en conservant la qualité et la précision des données.

Carnino (2009) adopte une terminologie en quatre états : bon-optimal, bon-correct, altéré ou dégradé, attribué grâce au calcul d'une note par habitat élémentaire entre 0 et 100. La note 100 correspond à l'état objectif, on y ajoute ou enlève un certain nombre de points selon la valeur moyenne (sur l'ensemble des placettes d'un type d'habitat) calculée pour chaque indicateur. Cette méthode de notation a fait l'objet de plusieurs critiques : d'une part, les notes et les coefficients sont sujets à discussion et relèvent souvent d'un choix arbitraire, d'autre part, le choix de la position du « curseur » entre l'état dégradé, l'état altéré, le bon état et l'état optimal est aussi arbitraire, il devrait être le plus objectif possible. En outre, les valeurs seuils fixées pour la méthode MNHN résultent de compromis entre « idéal » écologique et aspects socio-économiques. Ils sont à revaloriser pour les RN où les exigences en termes de naturalité sont plus fortes.

Nous proposons ici un système de notation le plus objectif possible, qui s'appuie sur un raisonnement à l'échelle de la placette par l'attribution de notes intermédiaires à chaque indicateur. La note finale permet de synthétiser ces notes intermédiaires par habitat générique et d'attribuer un qualificatif à l'état de conservation.

4.2.1. Première étape : attribution de notes intermédiaires pour chaque indicateur

Qu'il s'agisse du protocole du diagnostic fonctionnel de l'hydrosystème ou des protocoles qui évaluent l'état de conservation des habitats génériques, quatre classes d'état distinguées grâce à des valeurs seuils ont été définies pour chacun des indicateurs. Selon qu'ils sont plus ou moins altérés, les indicateurs s'inscriront dans une des classes d'état et seront notés individuellement entre 0 (très altéré) et 3 (bien conservé, état optimal) (cf. tableaux 2, 3, 4 et 5).

Remarque : Pecheur (2008) avait fait le choix d'ajouter un niveau de notation de plus que la méthode MNHN en proposant de distinguer un « état optimal » (noté A+), un « bon état » (A), un « état moyen » (B) et un « mauvais état » (C). Cette option a été conservée car elle permet davantage de précisions. Seule la façon de les dénommer est modifiée pour permettre le calcul d'une note finale : 3 au lieu de A+, 2 au lieu de A, 1 au lieu de B et 0 au lieu de C. Le système de notation choisi est différent de celui proposé par le MNHN (feux tricolores) car les indicateurs sont différents et les résultats aussi.

Pour le diagnostic de la fonctionnalité de l'hydrosystème, les indicateurs sont renseignés par réserve naturelle grâce aux informations disponibles (plans de gestion, expertise du gestionnaire, cartes anciennes, données hydrologiques et physico-chimiques) et une note entre 0 et 3 est attribuée.

Pour les forêts de bois tendres, l'application d'un programme informatique utilisant le logiciel R (D. Marage, comm. pers.) à l'issue de la phase terrain permet le calcul des densités relatives des espèces arborées typiques par classes de hauteur et des densités relatives des espèces exogènes et de leur régénération pour l'habitat générique, par agrégation des transects. Chaque indicateur reçoit une note entre 0 et 3 selon la classe d'état dans laquelle la valeur calculée se situe.

Pour les forêts de bois durs et les prairies, on calcule pour chaque placette ou point de suivi les variables qui permettront de noter les indicateurs :

- proportions des espèces typiques et exogènes arborées en surface terrière, proportion des espèces arbustives et herbacées typiques et exogènes en abondance-dominance, proportion de lianes typiques en présence-absence, répartition des arbres en classes de diamètre, proportion de bois mort en surface terrière, nombre de strates occupées par les semis et richesse spécifique, régénération des ligneux exogènes et part de la surface impactée par les sangliers pour les forêts de bois durs ;
- richesse et diversité floristique, structure phytosociologique, typicité du cortège de rhopalocères, recouvrement de la strate herbacée, recouvrement en espèces sociales et en espèces exogènes, recouvrement arbustif et indice trophique pour les milieux ouverts.

Tableau 7 : Renseignement des indicateurs par placette : exemple des valeurs prises par trois indicateurs pour quelques placettes de forêts de bois durs inventoriées dans la réserve naturelle de la Platière

indicateurs \ placettes	D047	D055	D093	D107	D130	D132	D135	D139	...
typicité des herbacées (proportion d'espèces typiques en abondance-dominance)	64%	100%	53%	58%	55%	73%	63%	61%	...
bois mort (ratio Gmort/(Gvivant+Gmort) en %)	22%	31%	55%	46%	82%	81%	11%	64%	...
espèces arborées exogènes (proportion d'espèces exogènes en surface terrière)	85%	38%	8%	9%	56%	43%	12%	41%	...
...

Note : Pour la suite, on conservera l'utilisation de ces codes couleur : le rouge traduit un mauvais état, le orange est utilisé pour l'état moyen, le jaune pour le bon état et le vert pour l'état optimal.

Selon la classe d'état dans laquelle la valeur calculée pour chacune des variables s'inscrit, l'indicateur reçoit une note 0, 1, 2 ou 3 (tableaux 7 et 8).

Après cette étape, on dispose pour chaque indicateur d'une liste de notes entre 0 et 3 avec autant d'éléments que de placettes ou de points de suivi réalisés dans le grand type d'habitat d'une RN donnée.

Tableau 8 : Attribution d'une note à chaque indicateur par placette (même exemple)

indicateurs \ placettes	D047	D055	D093	D107	D130	D132	D135	D139	...
typicité des herbacées (proportion d'espèces typiques en abondance-dominance)	2	3	2	2	2	2	2	2	...
bois mort (ratio Gmort/(Gvivant+Gmort) en %)	3	3	3	3	3	3	2	3	...
espèces arborées exogènes (proportion d'espèces exogènes en surface terrière)	0	0	1	1	0	0	1	0	...
...

4.2.2. Deuxième étape : calcul d'une note de synthèse (écart à la note maximale potentielle) par habitat générique

Une note moyenne sur l'ensemble des relevés réalisés dans l'habitat générique dans la RN est ensuite calculée pour chaque indicateur. Elle permet de renseigner l'état de l'indicateur à l'échelle de l'habitat générique. Au besoin, on pourra toujours se référer à l'information au niveau de la placette puisque celle-ci reste disponible.

Enfin, le calcul de la moyenne arithmétique des notes des indicateurs intervenant dans l'évaluation permet de conclure sur l'état de conservation du grand type d'habitat (tableau 9) : si la note globale (moyenne générale) est entre 0 et 0,75 l'état est mauvais, entre 0,75 et 1,5 l'état est moyen, entre 1,5 et 2,25 l'état est bon et entre 2,25 et 3 l'état est optimal. L'écart entre la note obtenue (somme des notes intermédiaires) à la note maximale potentielle (si tous les indicateurs avaient une note de 3) exprime aussi de façon plus concrète l'état de conservation de l'habitat dans la réserve. Plus l'écart à l'état optimal est important, moins l'état de conservation de l'habitat considéré est bon (tableaux 9 et 10).

Tableau 9 : Détermination des notes moyennes des indicateurs et calcul de l'écart à la note maximale potentielle (même exemple)

indicateurs \ placettes	D047	D055	D093	D107	D130	D132	D135	D139	...	moyenne
typicité des herbacées (proportion d'espèces typiques en abondance-dominance)	2	3	2	2	2	2	2	2	...	2,0
bois mort (ratio Gmort/(Gvivant+Gmort) en %)	3	3	3	3	3	3	2	3	...	2,9
espèces arborées exogènes (proportion d'espèces exogènes en surface terrière)	0	0	1	1	0	0	1	0	...	0,7
...
moyenne générale										1,5
médiane										1,5
note obtenue										20
note maximale potentielle										39
écart note maximale potentielle / note obtenue (en %)										49
état de conservation										BON

Tableau 10 : Attribution d'un qualificatif à la fonctionnalité de l'hydrosystème et à l'état de conservation des habitats selon la valeur de l'écart à la note maximale potentielle

Ecart note maximale potentielle / note obtenue	Terminologie
Entre 75 et 100%	Mauvais état de conservation
Entre 50 et 75%	Etat de conservation moyen
Entre 25 et 50%	Bon état de conservation
Entre 0 et 25%	Etat de conservation optimal

Pour évaluer la fonctionnalité de l'hydrosystème avec précision, en plus des notes entre 0 et 3 qui quantifient l'intensité des différents flux (0 : flux nul à 3 : flux très intense), des coefficients pondèrent chacun des indicateurs de façon à chiffrer leur importance relative (0,5 : flux actif, 1 : flux actif majeur). Il s'est avéré que, pour l'heure actuelle, les valeurs des coefficients attribués étaient les mêmes pour toutes les réserves étudiées (sauf pour l'indicateur « étiage » dans la RN du Val de Loire où les communautés des grèves sont bien représentées). Sans coefficient ou avec une pondération uniforme, l'évaluation reste donc très similaire mais il est bon de les mentionner dans la perspective d'une évaluation future où des changements sont possibles, après des travaux de restauration notamment. Pour les forêts de bois tendres, des coefficients sont attribués (0,5, 1 et 3) afin de donner plus d'importance à l'indicateur « répartition des Salicacées en classes de hauteur » qui est discriminant.

Pour les indicateurs des forêts de bois durs et les milieux ouverts, il n'a pas été jugé nécessaire d'utiliser des coefficients.

Les coefficients, les notes attribuées aux indicateurs, les justifications de chacune de ces notes ainsi que la note finale obtenue pour chacune des RN ont en partie été soumises pour avis aux gestionnaires et sont consultables dans les annexes 9 à 18 pour la fonctionnalité de l'hydrosystème, dans les annexes 19 à 24 pour les forêts de bois durs, 25 à 29 pour les forêts de bois tendres et 30 à 33 pour les prairies.

Des exemples sont détaillés dans le paragraphe 4.3.3.

4.2.3. Discussion sur le système de notation

La réflexion menée sur la mise au point d'un système de notation pour évaluer la fonctionnalité de l'hydrosystème et l'état de conservation des habitats à partir des données de terrain a fait émerger plusieurs méthodes possibles.

Une variante de la méthode présentée dans le paragraphe précédent serait d'agréger toutes les données des placettes récoltées sur le terrain et relevant du même habitat générique et de déterminer les valeurs des indicateurs obtenues pour un relevé moyen. Le tableau 11 montre les caractéristiques du relevé moyen en forêt de bois durs dans la RN de l'Île de la Platière. La valeur moyenne et l'intervalle de confiance de chacun des indicateurs relevés sur l'ensemble des placettes inventoriées dans le grand type d'habitats concerné sont calculés puis inscrits dans la classe d'état correspondante. La note attribuée à l'indicateur est indiquée.

Il est important de préciser l'intervalle de confiance des moyennes pour estimer la fiabilité des résultats obtenus, cet intervalle correspond à la gamme de valeurs qui contient avec une certaine confiance (probabilité fixée à 0,95) la valeur à estimer. Plus l'intervalle de confiance est petit, plus l'incertitude sur la valeur estimée est faible. Un écart de la note obtenue à la note maximale potentielle peut aussi être calculé.

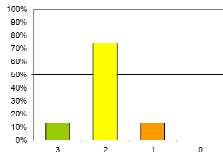
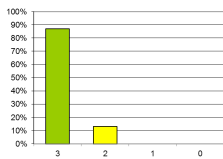
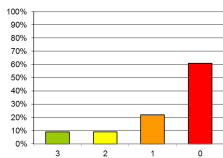
Tableau 11 : Système de notation considérant le relevé moyen : exemple des forêts de bois durs dans la réserve naturelle de l'Île de la Platière

indicateurs	moyenne sur 23 relevés	note
typicité des herbacées (proportion d'espèces typiques en abondance-dominance)	62+-6%	2
bois mort (ratio Gmort/(Gvivant+Gmort) en %)	41+-19%	3
espèces arborées exogènes (proportion d'espèces exogènes en surface terrière)	33+-11%	0
...
	note obtenue	21
	note maximale potentielle	39
	écart note maximale potentielle / note obtenue (en %)	46
	état de conservation	BON

Si cette méthode peut être envisagée dans le cas des forêts de bois durs qui constituent des peuplements homogènes, la moyenne bien qu'elle soit accompagnée de l'intervalle de confiance peut masquer une variabilité dans les données des placettes.

A ce titre, il est possible de considérer la répartition des relevés dans les classes d'état de chaque indicateur (tableau 12) et d'attribuer alors la note de la classe dominante (i.e. la plus représentée par les relevés). Un écart de la note obtenue à la note maximale potentielle peut aussi être calculé.

Tableau 12 : Système de notation considérant la répartition des relevés dans les classes d'état

Indicateurs	répartition des 23 relevés dans les classes d'état	note
typicité des herbacées (proportion d'espèces typiques en abondance-dominance)		2
bois mort (ratio Gmort/(Gvivant+Gmort) en %)		3
espèces arborées exogènes (proportion d'espèces exogènes en surface terrière)		0
...
	note obtenue	21
	note maximale potentielle	39
	écart note maximale potentielle / note obtenue (en %)	46
	état de conservation	BON

Un problème se pose toutefois lorsque la répartition des relevés dans les classes d'état est bimodale. Par exemple, parmi les placettes réalisées en peupleraie dans la RN de l'Île de la Platière, 38% ne présentent aucune espèce exogène herbacée ou arbustive (note 3) et 38% présentent de 5 à 20% d'espèces exogènes herbacées ou arbustives (note 1). Quelle note attribuer dans ce cas ? On peut envisager d'attribuer la note la plus déclassante ou conseiller d'augmenter la taille de l'échantillon pour distinguer les deux classes. Quelle que soit la décision prise, cette méthode souligne le fait que l'information récoltée et l'analyse à l'échelle de la placette sont importantes et qu'il convient de s'y référer quand un problème d'interprétation se pose pour disposer d'une interprétation plus fine.

La méthode présentée dans le paragraphe 4.2.2 paraît la mieux adaptée pour les forêts de bois durs et les prairies. Elle implique un raisonnement à l'échelle de la placette, tout à fait envisageable et réalisable puisqu'une vingtaine de placettes sont à considérer pour l'application de ces protocoles, puis une synthèse au niveau de l'habitat générique. Elle est assez intuitive, donne une bonne représentation de la réalité de terrain et s'inscrit bien dans l'approche souhaitée et formulée de suivi et d'évaluation de la gestion.

Comme mentionné précédemment, la fonctionnalité de l'hydrosystème et l'évaluation de l'état de conservation des forêts de bois tendres relèvent d'analyses similaires (notation individuelle des indicateurs selon les classes d'état, calcul d'une note globale et détermination d'un écart à la note maximale potentielle) mais à d'autres échelles : celle du site ou du secteur fonctionnel pour l'hydrosystème et celle de l'habitat générique, mais sans information au niveau de la placette, pour les forêts de bois tendres.

Précisons enfin que la note obtenue avec la méthode d'analyse proposée dans ce document sur la base des critères n'est pas une fin en soi mais elle constitue une façon de synthétiser l'évaluation de

l'état de conservation par grands types d'habitats en faisant ressortir les « points faibles », aidant ainsi à la décision dans le cadre du plan de gestion et facilitant la mise en place d'un suivi périodique.

4.3. EXEMPLES D'APPLICATION ET PREMIERS RESULTATS

4.3.1. Données récoltées

Pour les essais d'application des protocoles, le protocole « évaluation des forêts de bois durs » a été largement testé grâce aux données déjà disponibles sur les RN du Val de Loire, de l'Île du Rohrschollen et de l'Île de la Platière (avec deux dates de campagne : 1994 et 2002) complétées de relevés réalisés sur le terrain en forêt de bois durs et en peupleraie dans la RN de l'Île de la Platière (tableau 13).

L'accent a aussi été mis sur les habitats forestiers de bois tendres dans la mesure où les stades pionniers sont peu documentés. Le protocole « évaluation des forêts de bois tendres » a été testé sur les RN du Val de Loire, de l'Île de la Platière, du Delta de la Sauer et de l'Île de Rhinau (tableau 14).

Tableau 13 : Données étudiées et taux d'échantillonnage pour les forêts de bois durs

Réserve naturelle	Île de la Platière – Forêt de bois durs	Île de la Platière – Forêt de bois durs	Île de la Platière – Forêt de bois durs	Île de la Platière – Peupleraie	Île du Rohrschollen	Val de Loire
Date	1994	2002	2011	2011	2010	2004-2005
Source	Base de données	Base de données	Relevés terrain	Relevés terrain	Base de données	Base de données
Nombre de placettes	63	63	23	14	76	21
Surface inventoriée (en ha) (somme des surfaces des placettes)		3,8	1,4	0,8	4,6	1,3
Surface de forêt de bois durs (en ha)		126	126	37	154	191
Taux d'échantillonnage		3,0 % 1 placette / 2 ha	1,1 % 1 placette / 5,5 ha	2,2 % 1 placette / 2,6 ha	3,0 % 1 placette / 2 ha	0,7 % 1 placette / 9,1 ha

Note : les données étudiées pour la RN de l'Île de la Platière renvoient à deux univers d'échantillonnage différents :

- les relevés de 1994 et 2002 ont été réalisés dans le cadre du suivi à long terme de la dynamique spontanée des forêts alluviales sur le sous-ensemble « réserve forestière intégrale » (ou île des Gravieres) de l'Île de la Platière, caractérisé par un degré de naturalité élevé. Dans la suite, les dénominations « Platière 1994 » et « Platière 2002 » feront références aux données de ce sous-ensemble ;
- les relevés de 2011 concernent l'ensemble des boisements (forêts de bois durs, codées 44.4 dans la cartographie des habitats et les sylvofaciès de peupleraies codées 83.321). Dans la suite, la référence « Platière 2011 » renverra aux données issues de cet échantillonnage.

Tableau 14 : Données étudiées et taux d'échantillonnage pour les forêts de bois tendres

Réserve naturelle	Île de la Platière	Val de Loire	Delta de la Sauer	Île de Rhinau
Source	Relevés terrain	Relevés terrain	Relevés terrain	Relevés terrain
Nombre de transects	3	9	5	2
Nombre de placettes	19	61	33	18
Surface inventoriée (en ha)	3,7	12	6,5	3,5
Surface de forêt de bois tendres (en ha)	11	289	80	32
Taux d'échantillonnage	33,6 % 1 placette / 0,6 ha	4,1 % 1 placette / 4,7 ha	8,1 % 1 placette / 2,4 ha	10,9 % 1 placette / 1,8 ha

Note : les données de surface sont renseignées d'après les plans de gestion des réserves, sauf pour la RN de l'Île de Rhinau pour laquelle les données proviennent de l'observatoire du patrimoine naturel des réserves naturelles.

Le protocole « évaluation de l'état de conservation des milieux ouverts » a été testé sur trois prairies gérées par l'association des amis de l'Île de la Platière : la prairie des Oves, la prairie des Graviers Nord et la prairie des Graviers Sud (tableau 15).

Tableau 15 : Données étudiées et taux d'échantillonnage pour les milieux ouverts

Prairie	Prairie des Oves	Prairie des Graviers Nord	Prairie des Graviers Sud
Source	Base de données	Base de données	Base de données
Nombre de points de suivi	9	6	7
Surface inventoriée (en ha)	0,07	0,05	0,05
Surface de la prairie (en ha)	9,4	4,3	3,1
Taux d'échantillonnage	0,7% 1 placette / 1 ha	1,2% 1 placette / 1,4 ha	1,6% 1 placette / 2,3 ha

4.3.2. Détails sur le temps nécessaire aux relevés de terrain

Le coût d'un indicateur réside dans la construction de l'indicateur (recherches bibliographiques, réunions, contacts d'experts), dans la collecte des données brutes, de l'accès à la donnée et de son traitement statistique ainsi que de la communication (diffusion de l'indicateur, interprétation et mise à jour). Popy (2010) propose de minimiser les coûts en utilisant l'existant à bon escient. Ainsi, nous avons proposé d'utiliser les données disponibles (photos aériennes, cartes anciennes, plan de gestion), si besoin complétées d'observations sur le terrain, pour évaluer la fonctionnalité de l'hydrosystème dans chacune des neuf RN étudiées et les données des placettes permanentes existantes pour évaluer les forêts de bois durs. À titre d'informations, nous faisons figurer dans ce paragraphe des détails sur le temps et le coût à consacrer à la réalisation des relevés et à l'analyse des données.

4.3.2.1. Pour les placettes en forêt de bois durs

L'intégralité du protocole a été testée sur la RN de l'Île de la Platière (taux d'échantillonnage de 2%). Huit jours ont été nécessaires pour la réalisation des inventaires dendrométriques et six jours pour les relevés phytosociologiques par un opérateur, saisie des données comprises. Deux jours permettent de mener l'analyse des données.

À titre indicatif, le découpage du temps sur une placette est le suivant :

- 25 minutes pour les relevés dendrométriques (mesure des classes de diamètre, détermination des espèces et état sanitaire pour les arbres) ;
- 13 minutes pour la détermination des espèces et classe de hauteur pour les semis ;

- 2 minutes pour l'estimation de la surface impactée par les sangliers, soit un temps moyen mis par placette de 33±4min, auquel il convient d'ajouter le temps nécessaire aux relevés phytosociologiques (recouvrement des strates arborée, arbustive et herbacée, relevés floristiques et attribution des coefficients d'abondance-dominance), en moyenne 25±10min. Pour prendre en compte les déplacements sur le terrain et la saisie des données au bureau, il faut ajouter une heure. La durée totale par placette est de deux heures.

Pour aller plus loin, comparons l'effort d'échantillonnage (temps passé, indiqué par le nombre de placettes échantillonnées) avec le coefficient de variation des variables « quantité de bois mort » et « proportion d'arbres typiques ». Les calculs donnent les valeurs portées dans le tableau 16. La tendance générale est marquée par une diminution du coefficient de variation lorsque le nombre de placettes augmente.

Tableau 16 : Comparaison du temps passé (indiqué par le nombre de placettes échantillonnées) avec les coefficients de variation des variables « bois mort » et « arbres typiques »

Réserve naturelle	Nombre de placettes	Coefficient de variation pour la variable « bois mort »	Coefficient de variation pour la variable « arbres typiques »
Peupleraie 2011	14	82 %	130 %
Val de Loire	21	43 %	17 %
Île de la Platière 2011	23	110 %	39 %
Île de la Platière 2002	63	41 %	31 %
Île de la Platière 1994	63	53 %	34 %
Île du Rohrschollen	76	46 %	28 %

Note : le coefficient de variation de la variable « bois mort » a été calculé à partir des surfaces terrières des arbres morts sur pied et au sol. Le coefficient de variation des arbres typiques a été calculé à partir des surfaces terrières et de la liste d'espèces typiques.

Les différences importantes entre les coefficients de variation pour les années 1994-2002 et 2011 pour la RN de l'Île de la Platière s'expliquent en partie par les univers d'échantillonnage qui ne sont pas les mêmes : les relevés de l'île des Gravières sont plus homogènes entre eux que ceux réalisés sur l'ensemble de la surface boisée de la RN.

Il est possible de calculer *a posteriori* le nombre de placettes minimum qu'il aurait fallu inventorier pour estimer certaines caractéristiques de la population avec une précision que l'on se fixe *a priori* (FAO, 2002). Atteindre cette précision, pour une stratégie donnée, dépend de la variabilité de la caractéristique au sein de la population. Si celle-ci est élevée, il est évident que la taille de l'échantillon devra être importante. Parmi toutes les stratégies envisageables, la précision désirée ne sera pas obtenue au même coût. Ainsi en situation de contrainte, il est indispensable d'évaluer les stratégies d'échantillonnage par un rapport entre la précision et le coût appelé efficacité.

Le choix de la taille de l'échantillon pour estimer une moyenne passe par la définition de trois facteurs : la variabilité de la variable numérique la plus importante, le niveau de confiance fixé et le niveau d'erreur acceptable (la précision, correspondant à la marge d'erreur relative : écart en pourcentage entre la vraie valeur inconnue et la valeur estimée de l'échantillon).

Un premier sondage permet d'avoir un ordre de grandeur de l'écart-type. La formule permettant de calculer le nombre d'échantillons à prendre en compte pour estimer une moyenne avec un intervalle de confiance donné (Snedecor & Cochran, 1989) est la suivante :

$$n = cv^2 \cdot t^2 / e^2$$

où n est la taille de l'échantillon, t la valeur critique de la distribution de Student, e l'erreur acceptable et cv : le coefficient de variation (écart-type de l'échantillon par rapport à la moyenne de l'échantillon). La valeur critique t se lit dans les tables de Student, il faut auparavant définir le niveau de significativité (α) ou le niveau de confiance ($1-\alpha$) (un niveau de confiance de 0,95 est suffisant) et les degrés de liberté selon l'échantillon $v=n-1$. Ces deux valeurs sont les données d'entrée des tableaux donnant les valeurs de t . L'erreur acceptable correspond à la différence qui est permise entre la

moyenne de l'échantillon et la moyenne de l'univers. On la fixe en fonction de la connaissance qu'on a du phénomène (ici, on choisit 30 %). Le coefficient de variation indique le degré d'hétérogénéité ou d'homogénéité de la variable étudiée dans l'échantillon.

Ensuite, au moyen d'un processus itératif, où la valeur de n obtenue avec la formule est employée pour trouver la valeur de t , on précise la taille de l'échantillon. Les graphiques 7, 8 et 9 illustrent cette procédure.

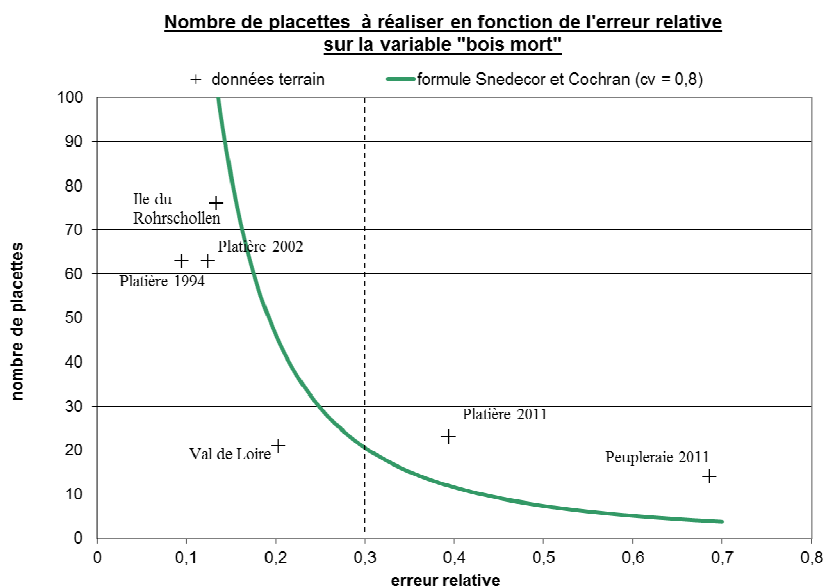


Figure 7 : Nombre d'échantillons nécessaires en fonction de la précision souhaitée pour estimer la moyenne de la caractéristique « bois mort » avec un intervalle de confiance de 95% (les croix correspondent aux valeurs calculées à partir des données de terrain)

Le graphique illustre le compromis à trouver entre le temps passé sur le terrain et la précision des données. Il nous conduit à recommander la réalisation au minimum de 21 placettes pour estimer la moyenne de la variable « bois mort » avec une erreur relative vaudrait 30 %. En dessous de 20 placettes, la perte d'informations résultant du sous-échantillonnage est considérable.

Au-delà de 40 placettes, le gain en précision est moins important : 2 à 3 % par dizaine de placettes supplémentaires réalisées.

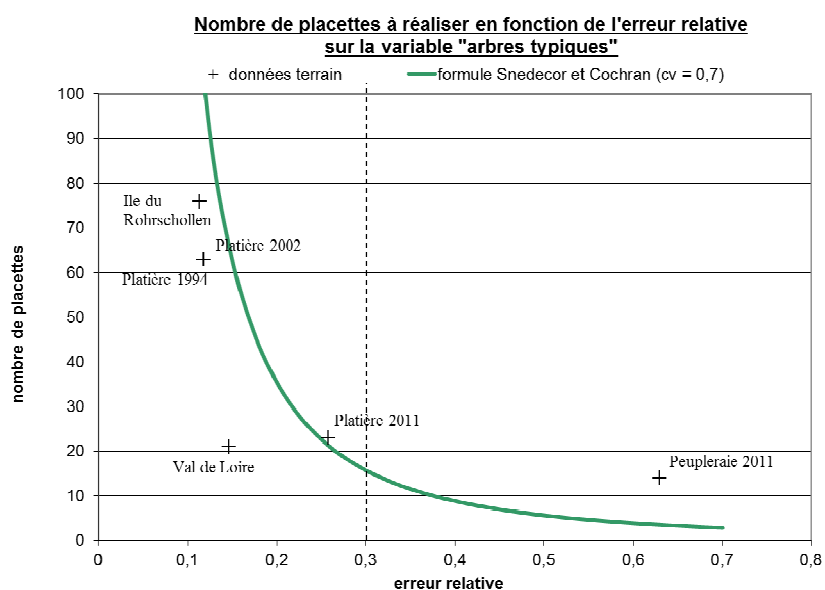


Figure 8 : Nombre d'échantillons nécessaires en fonction de la précision souhaitée pour estimer la moyenne de la caractéristique « arbres typiques » avec un intervalle de confiance de 95%

Le graphique 8 indique que la réalisation de 16 placettes permet d'estimer la moyenne de la variable « arbres typiques » avec une erreur relative de 30 %. Cette recommandation constitue un minimum.

Au-delà de 35 placettes, le gain en précision n'est que de 2 à 3 % par dizaine de placettes supplémentaires réalisées.

La recommandation retenue est la plus exigeante : 20 placettes minimum constituent un bon compromis entre le temps passé sur le terrain et l'exigence d'une certaine précision dans l'estimation de la donnée récoltée. Les erreurs relatives commises sur les variables « bois mort » et « arbres typiques » atteindraient dans ce cas au maximum 30 % environ pour chacune des variables, ce qui est acceptable. Au-delà de 40 placettes, le gain d'informations n'est pas très important : l'erreur relative est diminuée de quelques pourcentèmes (2-3 %) pour la réalisation de plus de 10 placettes supplémentaires.

Dans les RN fluviales qui disposent de placettes permanentes dans les boisements alluviaux de bois durs à haut degré de naturalité, le plan d'échantillonnage devra être complété par des placettes temporaires de façon à couvrir toute la surface boisée de la réserve ; un nombre de placettes permanentes sera sélectionné de façon à avoir la même pression d'échantillonnage et à utiliser l'existant.

4.3.2.2. Pour les placettes en forêts de bois tendres

Pour les forêts de bois tendres des RN de l'Île de la Platière et de l'Île de Rhinau, une journée a suffi à un opérateur pour effectuer les relevés terrain (deux à trois transects dans chacune des réserves) et saisir les données. Trois et cinq jours ont permis la réalisation des relevés de terrain et la saisie des données, respectivement dans les RN du Delta de la Sauer (cinq transects) et du Val de Loire (neuf transects). Deux jours par réserve sont à prévoir pour l'analyse des données.

Les temps moyens et les intervalles de confiance nécessaires à l'inventaire de chacune des placettes selon la méthode PCQM sont portés dans le tableau 17.

Tableau 17 : Estimation du temps nécessaire à l'application du protocole en forêt de bois tendres

Réserve naturelle	Temps moyen par placette (en min)
Ile de la Platière	12±2
Val de Loire	8±1
Ile de Rhinau	7±1
Delta de la Sauer	7±1

Note : Avec des transects d'une longueur moyenne de 350 m soit 7 placettes, le temps de réalisation du protocole sur les placettes d'un transect moyen est de 60 minutes, auquel il convient d'ajouter 30 minutes au total pour comptabiliser le temps de déplacement entre placettes.

Il n'y a aucune difficulté majeure dans la mise en œuvre des protocoles. Les seules contraintes sont la non-accessibilité des placettes (chenaux en eau,...) et la progression lente dans les peuplements denses (taillis d'aubépines,...). En outre, les relevés ne nécessitent pas de moyen technique particulier : pour les placettes en forêts de bois durs, une mire, un dendromètre, un compas forestier et un GPS suffisent, en forêts de bois tendres, un topofil, une boussole, un décamètre et un GPS permettent de réaliser les relevés.

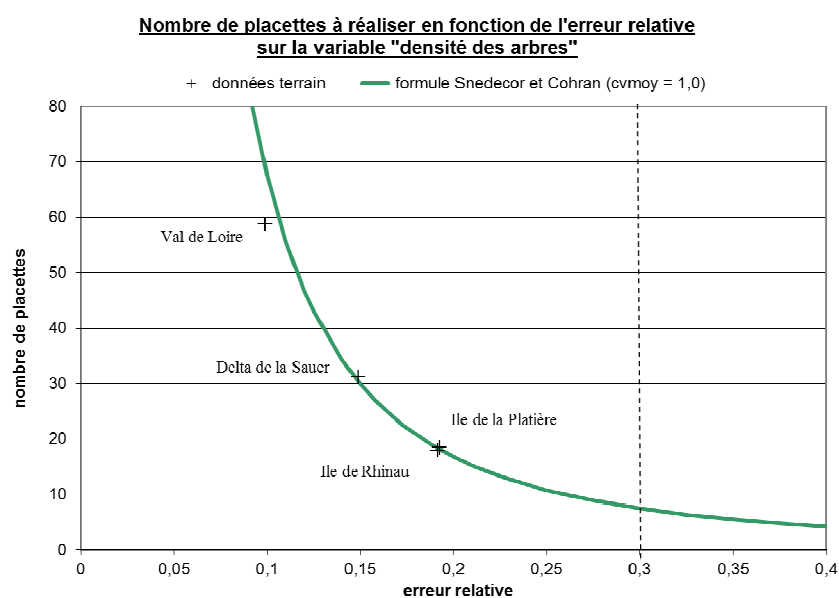


Figure 9 : Nombre d'échantillons nécessaires en fonction de la précision souhaitée pour estimer la moyenne de la caractéristique « densité des arbres » avec un intervalle de confiance de 95%

La mise en œuvre du protocole sur sept placettes en forêt de bois tendres conduit à une erreur relative sur la densité des arbres de 30 %. Pour améliorer la précision (erreur relative de 20 %), on recommande plutôt la réalisation de 20 placettes minimum, réparties sur plusieurs transects (trois ou quatre). Au-delà de 35 placettes, le gain de précision par placettes supplémentaires réalisées diminue fortement.

4.3.3. Analyse des données

4.3.3.1. Des hydrosystèmes à la fonctionnalité altérée

Les évaluations de chacun des indicateurs renseignés dans le diagnostic de fonctionnalité de l'hydrosystème sont représentées ci-dessous de façon graphique. Plus l'aire de la surface occupée est grande, plus l'état de la fonctionnalité de l'hydrosystème est optimal. La figure 10 donne l'évaluation pour la RN de l'Île du Rohrschollen, avec l'écart à l'état optimal le plus important (84 %) parmi les réserves étudiées, témoignant d'une altération forte de la fonctionnalité de l'hydrosystème. La figure

11 montre l'évaluation pour la RN de Saint-Mesmin dont la fonctionnalité de l'hydrosystème est assez bien conservée (écart entre la note obtenue et la note maximale potentielle : 37 %). Cette représentation permet de visualiser facilement les indicateurs en bon état et ceux qui font défaut. Dans le sens horaire, la première partie du graphique représente le critère « flux liquides », le bas du graphique correspond au critère « flux de matière » puis en bas à gauche le critère « qualité physico-chimique » est figuré, suivi dans le dernier quart du critère « connexions biologiques ».

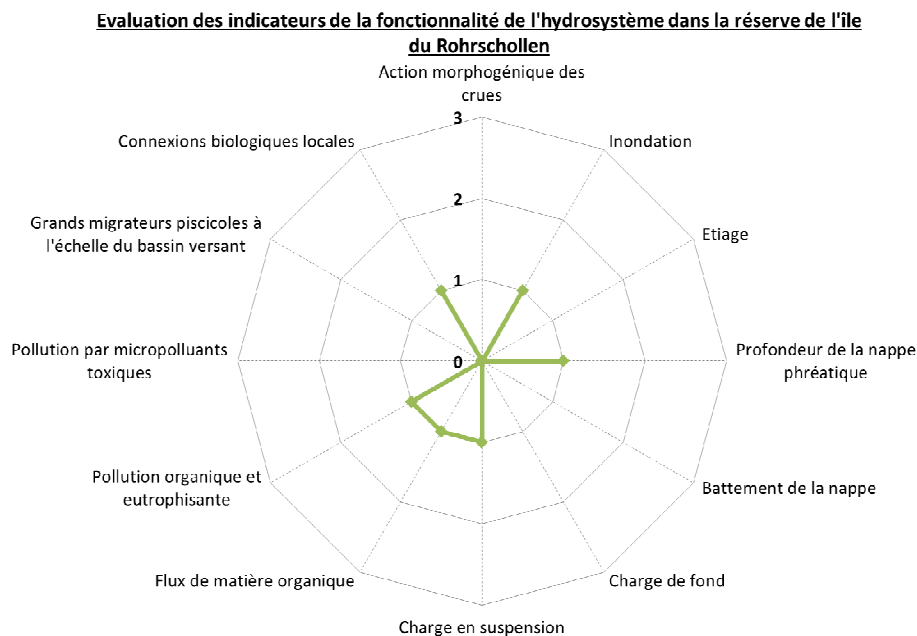


Figure 10 : Représentation graphique de l'évaluation des indicateurs contribuant à la fonctionnalité de l'hydrosystème dans la réserve naturelle de l'Île du Rohrschollen (sans pondération)

Le Rhin a connu trois phases d'aménagements successifs modifiant le caractère sauvage du fleuve. Au XIX^e siècle, l'ingénieur Tulla, par des opérations de correction du fleuve, le cantonne dans un lit mineur étroit, entre deux digues. Des travaux de régularisation visant à limiter l'érosion du lit et à améliorer la navigabilité du chenal sont ensuite réalisés, ils sont suivis de la création du grand canal d'Alsace en 1925 pour la navigation et la production électrique. Ci-dessous, pour exemples, les altérations de certains indicateurs sont expliquées :

- une note de 0 est attribuée à l'action morphogénique des crues car elle est inexistante depuis les travaux d'aménagement ;
- le transport de charge de fond reçoit une note de 0 car le lit du fleuve est incisé, surcreusé depuis les aménagements ;
- la migration des poissons n'est pas possible (note 0) car les passes à poissons ne sont pas fonctionnelles au niveau de l'Île du Rohrschollen.

Evaluation des indicateurs de la fonctionnalité de l'hydrosystème dans la réserve de Saint-Mesmin

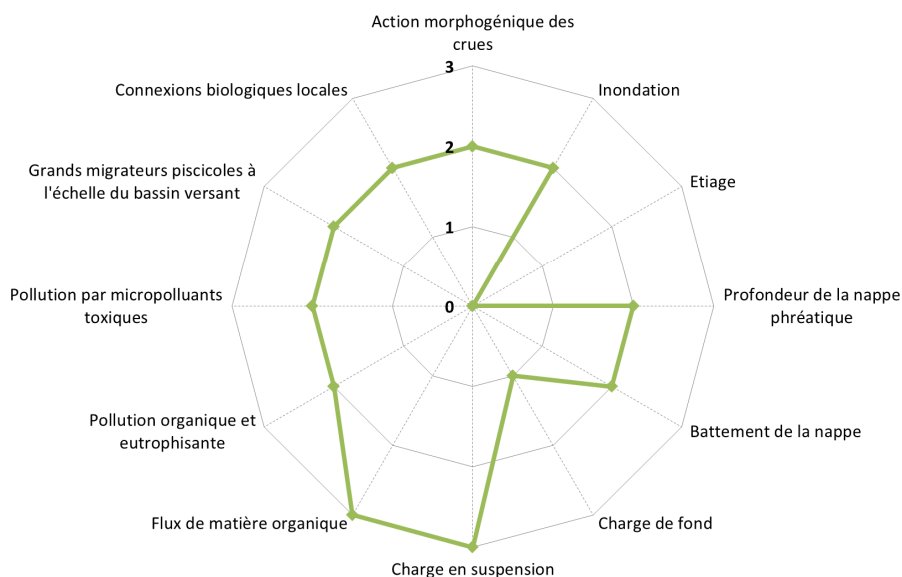


Figure 11 : Représentation graphique de l'évaluation des indicateurs contribuant à la fonctionnalité de l'hydrosystème dans la réserve naturelle de Saint-Mesmin

Avant le Moyen Âge et la construction des premières turcies⁵ et levées de protection, la Loire était un fleuve impétueux, aux étiages sévères et aux crues imprévisibles, modelant berges, îles et îlots. Malgré les ouvrages de protection contre les crues menés au milieu du XIX^e siècle, la Loire reste l'un des derniers fleuves sauvages d'Europe dont la morphologie se modifie au gré des crues et des étiages. Pour exemples, les états de certains indicateurs bien conservés sont justifiés ci-dessous :

- d'après les photographies aériennes de 1850 à 2006, l'action morphogénique des crues est stable (note 2) : les grèves se maintiennent. C'est le développement des ligneux favorisé par l'abaissement du lit de la Loire qui a permis à l'île de se stabiliser ;
- la perturbation du régime des inondations est faible (note 2) : l'île est inondée complètement par les crues biannuelles et tous les bancs entourant l'île ne sont exondés que deux mois par an ;
- le flux de matière organique (embâcles) est important (note 3) car le fleuve n'est pas entretenu pour la navigation.

Le bilan des notes pour les RN des trois bassins hydrographiques est le suivant (détails des notes en annexe 8):

Tableau 18 : Bilan du diagnostic de l'hydrosystème dans neuf réserves naturelles

	RHIN					LOIRE		RHONE	
	Delta de la Sauer	Offendorf	Ile du Rohrschollen	Forêt d'Erstein	Ile de Rhinau	Val de Loire	Saint-Mesmin	Ile de la Platière	Iles du haut Rhône
Note calculée	7,5	5,5	4,0	5,5	4,5	17	16	6,5	11,5
Note maximale potentielle	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	27	25,5	25,5	25,5
Ecart à la note maximale potentielle	71%	78%	84%	78%	82%	37%	37%	75%	55%
Etat de conservation	état moyen	mauvais état	mauvais état	mauvais état	mauvais état	bon état	bon état	état moyen	état moyen

⁵ Turcie : levée au bord d'une rivière pour en contenir les eaux.

Aucune des RN étudiées ne présente un hydrosystème dont la fonctionnalité est optimale. Seuls les trois états « bon » (pour les RN du Val de Loire et de Saint-Mesmin), « moyen » (pour les RN de l'Île de la Platière, des Îles du haut Rhône et du Delta de la Sauer) et « mauvais » (pour les RN rhénanes sauf la réserve du Delta de la Sauer) sont représentés.

Les profils des réserves par rapport aux indicateurs sont très variables. Sur le Rhin, ce sont les flux solides et les connexions biologiques, relevant des indicateurs « embâcles », « pollution », « migration piscicole », qui sont affectés. Sur le Rhône aval, ce sont les indicateurs « action morphogénique des crues », « étiage » et « inondation » qui sont le plus altérés. Les RN situées en amont du Rhône et sur la Loire obtiennent des notes plus favorables pour l'ensemble des critères.

4.3.3.2. Les forêts de bois durs, des espaces menacés par les espèces exogènes et par une régénération déficitaire

Les graphiques 12 et 13 résument les notes intermédiaires affectées à chacun des indicateurs mesurés dans les forêts de bois durs des RN de l'Île du Rohrschollen et de l'Île de la Platière, d'après les valeurs moyennes obtenues grâce aux relevés. Les écarts entre les notes maximales potentielles et les notes obtenues pour ces RN sont similaires, ils valent respectivement 33 % et 49 %.

Concernant la structure et la fonctionnalité, le critère de diversité spécifique (regroupant les indicateurs de typicité) est bien noté. Les arbres typiques (en richesse ou en surface terrière) font toutefois un peu défaut pour les peuplements de l'Île de la Platière.

Pour le critère de structure, la répartition des classes en diamètre et les recouvrements arbustif et arboré ne traduisent pas un bon état, contrairement à l'indicateur « bois mort ». Le flux de régénération des arbres typiques des forêts de bois durs est assez faible dans la RN de l'Île du Rohrschollen, il est un peu plus élevé dans la RN de l'Île de la Platière.

Ce sont les altérations qui distinguent l'état des deux réserves : la présence d'espèces arborées exogènes et de leurs semis dans la RN de l'Île de la Platière diminue fortement la note.

Evaluation des indicateurs dans les forêts de bois dur de la réserve de l'île du Rohrschollen

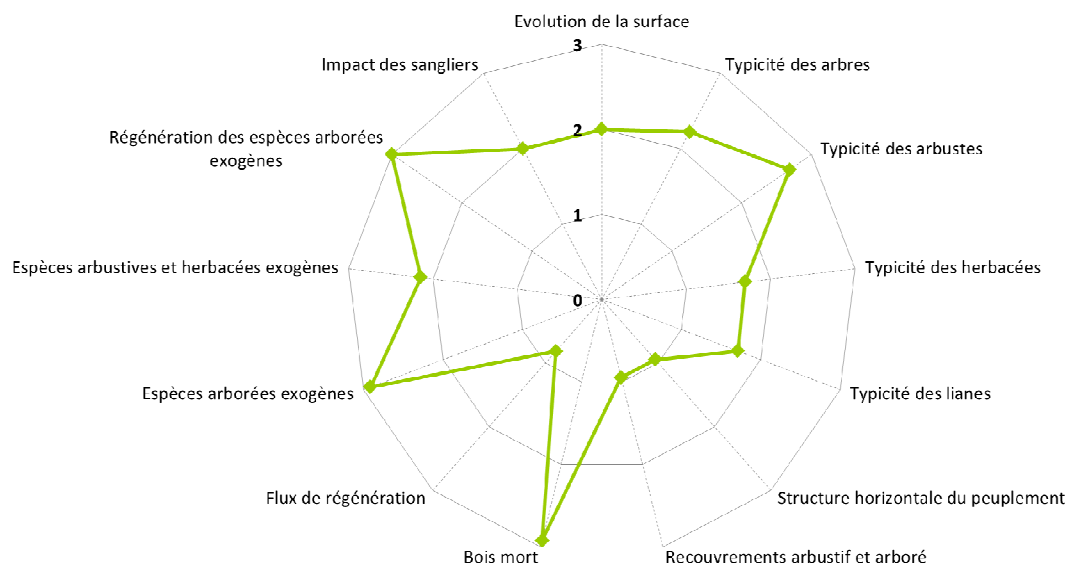


Figure 12 : Représentation graphique de l'évaluation de l'état de conservation des forêts de bois durs dans la réserve naturelle de l'Île du Rohrschollen

Les remarques suivantes concernent l'ensemble de la surface boisée de l'Île du Rohrschollen puisque les 76 placettes considérées sont réparties de façon à couvrir les peuplements de façon homogène.

Le peuplement est composé essentiellement de *Fraxinus excelsior* L. (45 % de la surface terrière) et de *Populus nigra* L. (15 % de la surface terrière), mêlés de *Populus × canescens* (Aiton) Sm. Le nombre d'espèces arborescentes est important (richesse totale de 19 espèces typiques, richesse moyenne de quatre essences par placette, de deux arbres minimum à huit arbres maximum d'essences différentes par placette). La note moyenne calculée pour les 76 relevés est 2,2.

Les arbustes complètent le peuplement (16 espèces, recouvrement moyen de 40 %). La strate herbacée compte de 14 à 27 espèces par relevé avec cinq espèces dominantes (*Hedera helix* L., *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) P. Beauv., *Allium ursinum* L., *Cornus sanguinea* L., *Glechoma hederacea* L.).

La structure est irrégulière (petits bois jusque très gros bois) avec une courbe décroissante typique. Quelques placettes présentent des très gros bois (note 3) tandis que de nombreuses autres ont les classes de petits bois largement représentés, les autres classes étant déficitaires (note 0), d'où une note moyenne de 0,9). La densité moyenne des arbres vivants est 550 tiges/ha et la surface terrière vaut 14,8 m²/ha.

Le bois mort principalement *Fraxinus excelsior*, *Populus nigra* et *Quercus robur* L. est abondant dans la plupart des placettes (51 % de la surface terrière totale en moyenne) d'où une note de 2,9, le degré de naturalité de ces peuplements est donc élevé.

Les principales menaces concernent la dynamique des peuplements et les espèces arborées exogènes. D'une part, la régénération n'est pas très abondante (note moyenne 0,8). Neuf espèces sont inventoriées, parmi lesquelles *Fraxinus excelsior* et *Acer pseudoplatanus* L. dominent, mais toutes les states sont rarement occupées par les semis. D'autre part, la présence d'espèces arborées exogènes (*Robinia pseudoacacia* L. uniquement) ne concernent que trois relevés (note moyenne : 2,9). On note la présence de quelques espèces arbustives et herbacées exogènes (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Solidago gigantea* Aiton) en faible proportion et dans trois relevés uniquement (note moyenne 2,1).

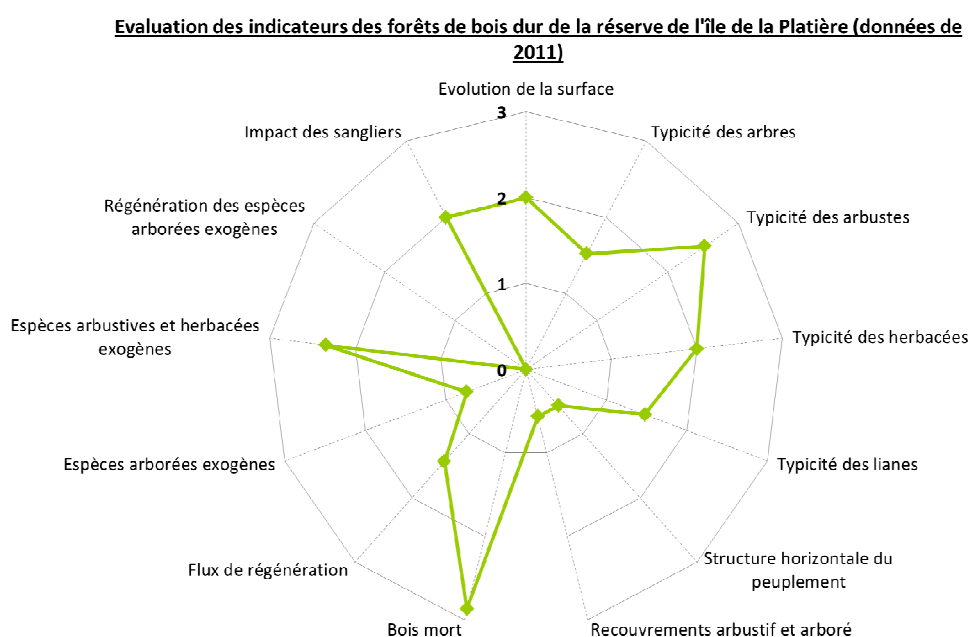


Figure 13 : Représentation graphique de l'évaluation de l'état de conservation des forêts de bois durs dans la réserve de l'Île de la Platière

Les espèces arborées qui contribuent à la surface terrière sont les suivantes : *Fraxinus angustifolia* Vahl. (36 %), *Populus alba* L. (19 %) et *Acer negundo* L. (16 %). La richesse spécifique moyenne est de trois arbres typiques par placette, de trois espèces minimum à six espèces maximum. Si la surface terrière occupée par les espèces typiques est correcte (67±11 %) dans la plupart des relevés, c'est la richesse spécifique assez faible qui justifie la note moyenne de 1,5 attribuée à l'indicateur « typicité des arbres ».

Les arbustes, au nombre total de 13 espèces, complètent le peuplement (recouvrement moyen de 45 %). La strate herbacée compte de 4 à 22 espèces par relevé avec quatre espèces dominantes (*Hedera helix*, *Arum italicum* Mill., *Galium aparine* L., *Alliaria petiolata* (M. Bieb.) Cavara & Grande).

Concernant la structure horizontale, 80 % des placettes présentent un déficit de gros bois et très gros bois, d'où une note moyenne de 0,6. La densité moyenne des arbres vivants est 400 tiges/ha et la surface terrière vaut 20,3 m²/ha.

Le bois mort principalement *Populus nigra* et *Fraxinus angustifolia* est abondant sur toutes les placettes (37% de la surface terrière totale, note 2,9).

Concernant la dynamique des peuplements, la régénération n'est pas très abondante : trois espèces différentes se régénèrent, principalement *Ulmus sp.* et *Fraxinus angustifolia*, mais les semis sont rarement présents dans toutes les strates.

Les espèces arborées exogènes (*Acer negundo* et *Robinia pseudoacacia*) sont représentés dans tous les relevés (en moyenne 12±6 % de la surface terrière, note 0,7). Les espèces arbustives et herbacées sont quasiment absentes (seuls quelques pieds de *Solidago gigantea*) d'où une note de 2,3.

Le bilan des notes pour les RN des trois bassins hydrographiques est le suivant :

Tableau 19 : Bilan de l'évaluation de l'état de conservation des forêts de bois durs dans trois réserves

	RHIN	LOIRE	RHONE			
	Île du Rohrscholles	Val de Loire	Île de la Platière - 1994	Île de la Platière - 2002	Île de la Platière - 2011	Île de la Platière - Peupleraie 2011
Note calculée	26,0	24,5	21,6	22,5	20,0	18,5
Note maximale potentielle	36	39	36*	39	39	39
Ecart à la note maximale potentielle	33 %	37 %	40 %	42 %	49 %	53 %
Etat de conservation	Bon état	Bon état	Bon état	Bon état	Bon état	Etat moyen

* car les recouvrements arbustif et arboré n'ont pas été renseignés

Les profils des réserves étudiées sont assez similaires : les indicateurs « flux de régénération » et « présence d'exogènes arborées » sont les moins bien notés tandis que les indicateurs « typicité des arbres » et « bois mort » notamment contribuent à un état plus favorable.

4.3.3.3. Les forêts de bois tendres, soumises au remplacement progressif des espèces typiques

Pour l'évaluation de l'état de conservation des forêts de bois tendres, l'indicateur « répartition des Salicacées dans les classes de hauteur » s'avère être discriminant. Les graphiques ci-dessous illustrent la façon de renseigner cet indicateur.

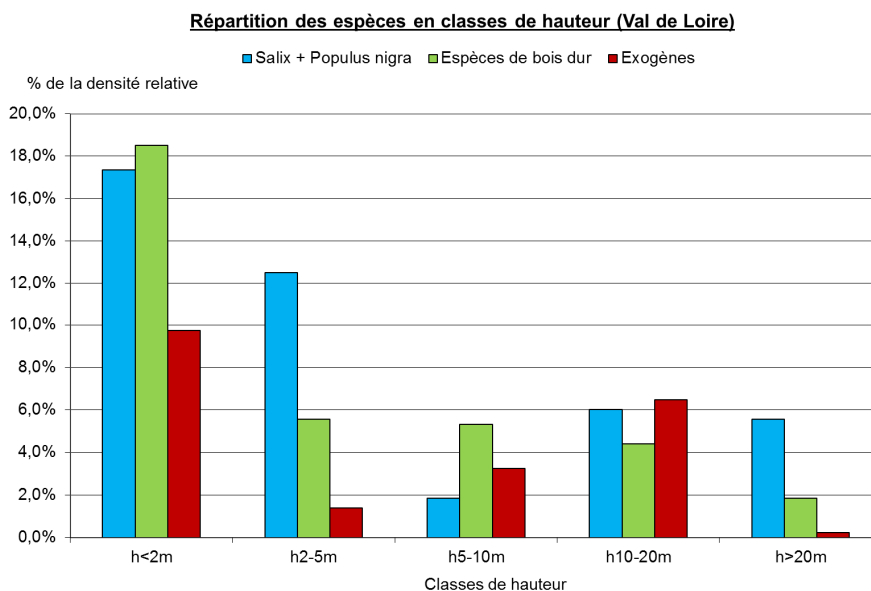


Figure 14 : Répartition des espèces inventoriées en forêt de bois tendres (en densité relative) dans les classes de hauteur, d’après les données PCQM de la réserve du Val de Loire

L’histogramme de la figure 14 montre que dans la RN du Val de Loire, les Salicacées (*Salix* sp. et *Populus nigra*) sont bien représentées dans toutes les classes de hauteur, y compris parmi les semis assurant ainsi la composition du peuplement d’avenir. Ils contribuent à au moins 5 % de la densité relative dans chacune des classes, ce qui place les forêts de bois tendres du Val de Loire dans un état de conservation favorable. Toutefois, des espèces de bois durs et des espèces arborescentes exogènes contribuent à une large part de la densité relative dans chacune des classes de hauteur. On note aussi un déficit d’espèces pionnières dans la classe de hauteur de 5 à 10 m ; il y a des individus de bois tendres jeunes, soumis aux crues dans la bande active et d’autres individus plus âgés qui se maintiennent, mais peu d’individus des classes d’âge intermédiaires, d’où un risque de dysfonctionnement dans le peuplement d’avenir.

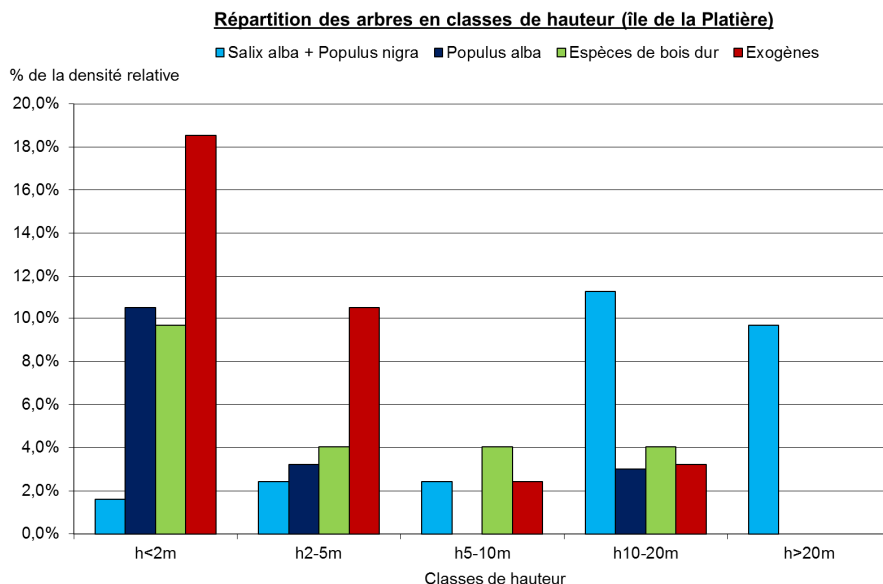


Figure 15 : Répartition des espèces inventoriées en forêt de bois tendres (en densité relative) dans les classes de hauteur, d’après les données PCQM de la réserve de l’Île de la Platière

Au contraire, le graphique 15 établi pour la RN de l’Île de la Platière illustre un état de conservation très défavorable avec des Salicacées presque absents des unités de régénération et très peu représentés dans les autres classes de hauteur. Un remplacement progressif des espèces de bois

tendres par des espèces de bois durs (*Fraxinus* sp., *Ulmus* sp.) est aussi bien visible. La menace des espèces arborescentes exogènes (*Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia*) largement représentées dans les unités de régénération pèse aussi sur ces peuplements.

Le bilan des notes attribuées au grand type d'habitats « forêt de bois tendres » dans chacune des RN ayant fait l'objet de relevés est présenté dans le tableau 20.

Tableau 20 : Bilan de l'évaluation de l'état de conservation des forêts de bois tendres dans quatre réserves

	RHIN		LOIRE	RHONE
	Delta de la Sauer	Ile de Rhinau	Val de Loire	Ile de la Platière
Note calculée	7,5	4,5	8,5	0,5
Note maximale potentielle	16,5	16,5	16,5	16,5
Ecart à la note maximale potentielle	55 %	73 %	48 %	97 %
Etat de conservation	Etat moyen	Etat moyen	Bon état	Mauvais état

Les forêts de bois tendres des RN rhénanes, comme pour la RN de l'Île de la Platière mais dans une moindre mesure, se caractérisent aussi par des classes déficitaires en espèces typiques de ces boisements (notamment les classes de hauteur inférieure à 10 m) et un remplacement progressif par des espèces de bois durs.

La RN de l'Île de Rhinau apparaît en état moyen, or elle préserve une trentaine d'hectares de forêts de bois tendres remarquables dont le caractère alluvial est bien conservé puisqu'ils sont régulièrement soumis aux inondations saisonnières. Deux explications peuvent être avancées. La première est que les habitats de forêts de bois tendres sont nombreux sur la réserve mais ils ont des faibles surfaces. Seuls deux transects (18 placettes) situés à proximité l'un de l'autre ont pu être réalisés ; on ne dispose peut-être pas d'assez de données pour renseigner l'état de cette réserve. La deuxième explication réside dans la valeur des coefficients. Un coefficient 3 a été attribué à l'indicateur « répartition des Salicacées dans les classes de hauteur » afin de donner deux fois plus d'importance au critère « structure » qu'au critère « altérations », décrit par trois indicateurs (espèces exogènes ligneuses et herbacées et régénération des espèces exogènes ligneuses) chacun affectés d'un coefficient de 0,5. En fait, c'est ce premier indicateur qui conditionne largement le bon ou le mauvais état de l'habitat ; on peut soit envisager d'évaluer les boisements sur ce seul indicateur et considérer les espèces exogènes en supplément, soit retravailler l'importance relative de chaque indicateur. Ce point devra faire l'objet d'une discussion entre gestionnaires.

Au regard de ces résultats, nous remarquons l'intérêt d'une approche multicritères et d'une méthode par notation où une valeur est attribuée à chaque indicateur qui permettent d'identifier les caractéristiques de l'habitat qui influent sur l'état de conservation : présence d'essences allochtones, régénération insuffisante, etc. et d'appréhender ainsi plus aisément les perspectives d'amélioration : éliminer les essences allochtones, favoriser les « essences adaptées à la station », conserver le bois mort, etc. Les informations concernent les grands types d'habitats mais une synthèse par placettes reste possible puisque l'on dispose des données à cette échelle, par exemple, une carte réalisée sous SIG pourrait permettre de repérer les secteurs où il faut agir. Un exemple réalisé pour les forêts de bois durs en général et pour l'indicateur « arbres typiques » en particulier dans la RN de l'Île de la Platière figure en annexe 34 et 35.

4.3.3.4. Des prairies et des pelouses relictuelles dont l'état de conservation dépend étroitement de la gestion conservatoire

La RN de l'Île de la Platière possède les dernières prairies alluviales de la moyenne vallée du Rhône. Une trentaine d'hectares subsiste, en partie embroussaillés depuis l'abandon de l'agriculture dans les années 1960 ou dégradés par leur conversion en terres labourées. Ces prairies sont entretenues grâce à des fauches tardives ou un pâturage extensif. Inondées tous les 3 à 10 ans par les crues du

Rhône, les prairies se présentent sous la forme d'une mosaïque de groupements végétaux s'organisant suivant un gradient d'humidité, déterminé par l'hétérogénéité des dépôts d'alluvions (texture très variable du limon argileux au gravier grossier) qui conditionnent la disponibilité en eau (accessibilité à la nappe et capacité de rétention).

En raison du temps très sec (figure 16), les relevés de terrain en milieux ouverts n'ont pu être réalisés. Les données étudiées sont celles issues de la base de données de l'Association des Amis de l'Île de la Platière, concernant trois prairies (prairie des Oves, prairie des Graviers Nord et prairie des Graviers Sud).

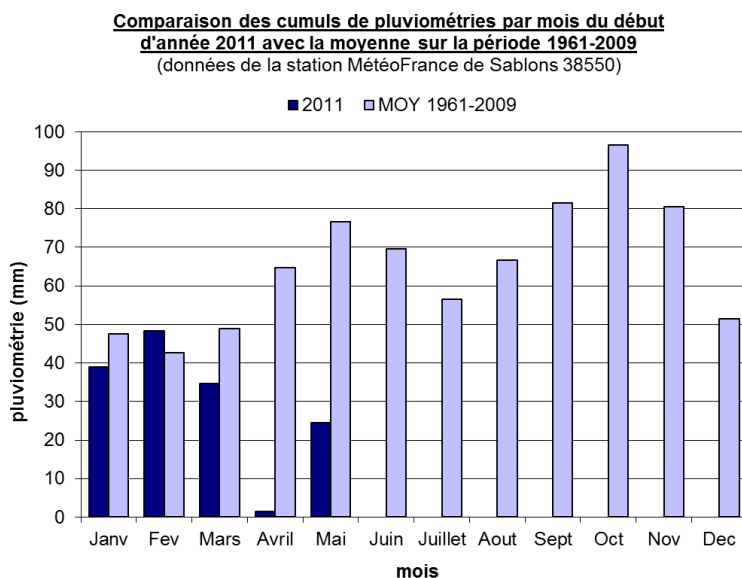


Figure 16 : Comparaison du cumul mensuel des précipitations de janvier à mai 2011 par rapport aux précipitations moyennes de la période 1961-2009 (MétéoFrance)

Pour illustrer l'évaluation des indicateurs de l'état de conservation des prairies, la prairie des Graviers Nord, située dans la RN de l'Île de la Platière, est prise pour exemple. L'état de conservation de cette prairie est moyen (écart à la note maximale potentielle d'environ 40 % pour les trois dates d'inventaire). La figure 17 synthétise l'évaluation des indicateurs.

Evaluation des indicateurs des milieux ouverts dans la prairie des Graviers Nord (RN île de la Platière)

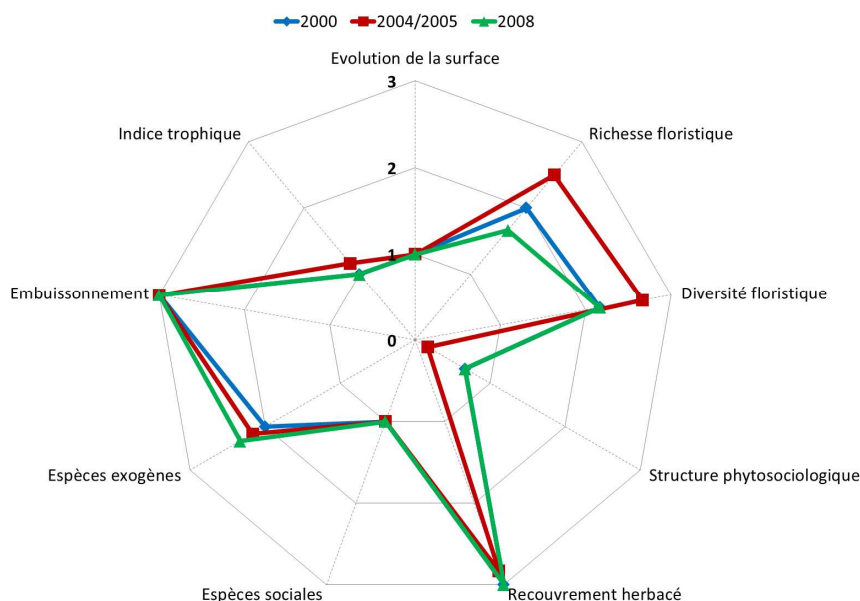


Figure 17 : Représentation graphique de l'évaluation de l'état de conservation de la prairie des Graviers Nord (RN de l'Île de la Platière)

La flore y est moins diversifiée qu'attendu : par relevé phytosociologique de 78 m², on compte 25±6 espèces recensés sur la prairie des Graviers Nord pour les trois dates de suivi (note entre 1,5 et 2,5). L'indice d'équirépartition vaut 0,71 en moyenne sur les trois dates d'inventaire. Les espèces ont des abondances assez similaires.

Les espèces sociales *Brachypodium pinnatum* (L.) P.Beauv. et *Elytrigia campestris* (Godr. & Gren.) Kerguelen ex Carreras et *Elytrigia repens* (L.) Desv. ex Nevski sont très présentes (31±4 % du recouvrement) et éloignent l'habitat de son état optimal.

Quelques espèces exogènes telles que *Asclepias syriaca* L., *Oenothera biennis* L., *Solidago gigantea* Aiton. apparaissent sur les points de suivi, mais leur proportion est faible (1±1 % du recouvrement).

L'indice trophique vaut en moyenne 5,2±0,5 pour les trois dates d'inventaire.

En moyenne, seuls 26 % du recouvrement herbacé correspond à la structure phytosociologique typique de l'habitat (description du *Festuco-Brometea* par Royer (1991)), cette donnée est très variable d'un point de suivi à un autre et d'une année à l'autre.

L'indicateur « typicité des rhopalocères » n'a pas été intégré à l'évaluation car la réflexion sur les valeurs seuils reste à mener. Toutefois, les calculs ont été réalisés pour les prairies de la RN de l'Île de la Platière et les résultats sont présentés ci-dessous.

Pour chaque prairie, on dispose par année des données papillons (espèces, indices d'abondance) issues de l'application de la méthode de suivi des prairies par les rhopalocères (Langlois & Gilg, 2007). Deux listes d'espèces typiques ont été établies (annexe 36) : l'une à partir de données bibliographiques (RN de l'Île de la Platière et des Ramières du Val de Drôme) qui rassemble 34 espèces, l'autre à partir de la réflexion initiée par P. Dupont (comm. pers.) qui permet de déterminer, à l'échelle du département, grâce à la mise en relation de la connaissance des plantes hôtes des papillons, des habitats et des relevés phytosociologiques réalisés dans les prairies, un cortège d'espèces typiques attendues, potentiellement observables sur le site. Cette dernière liste est « plus exigeante » puisqu'elle compte 53 espèces.

En supplément, un point intéressant de la réflexion qui permettra de déterminer plus précisément les altérations d'un habitat est que différentes listes sont distinguées :

- les espèces dont l'habitat larvaire est absent sur le site mais dont les adultes sont floricoles et qui ont un fort pouvoir de dispersion,

- les espèces dont l'habitat larvaire est présent sur le site, généralement ubiquiste,
- les espèces liées à l'habitat correspondant, normalement commune,
- les espèces extrêmement liées à l'habitat correspondant, dont la dynamique est dépendante d'un bon état de conservation
- les espèces extrêmement liées à l'habitat correspondant, exceptionnelles dans le département.

Par prairie et par période de trois années (Schmidt, 1985) (pour s'affranchir du sous-échantillonnage d'une année car les variations des effectifs de population sont telles qu'on ne peut observer tous les individus une année donnée), on détermine en présence-absence la proportion d'espèces typiques de papillons observées d'après les listes.

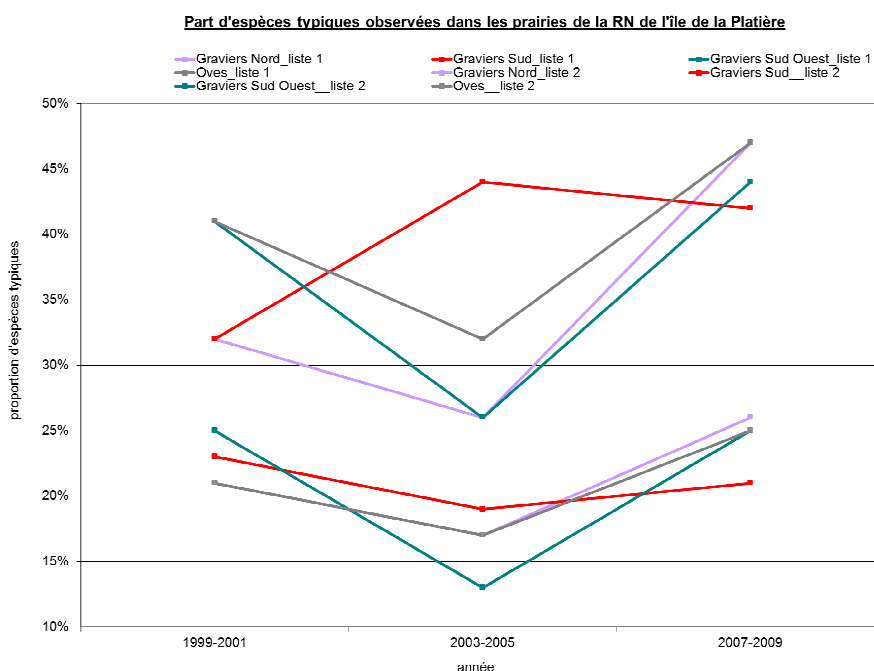


Figure 18 : Représentation graphique de la part de papillons typiques observés (en présence-absence) dans les prairies de la RN de l'Île de la Platière

Soumis à l'avis du conservateur de la réserve, les résultats (figure 18) sont concordants avec la connaissance qu'il a du terrain : les prairies sont en « moyen état de conservation » par rapport à cet indicateur et une large part des espèces attendues ne sont pas observées.

Tableau 21 : Bilan de l'évaluation de l'état de conservation des prairies et pelouses de la réserve de l'Île de la Platière

	Prairie des Oves			Prairie des Graviers Nord			Prairie des Graviers Sud		
	2000	2004	2008	2000	2004	2008	2000	2004	2008
Note calculée	19,7	19,2	19,5	15,8	16,5	15,8	18,0	17,6	18,3
Note maximale potentielle	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Ecart à la note maximale potentielle	27 %	29 %	28 %	41 %	39 %	41 %	33 %	35 %	32 %
État de conservation	bon état	bon état	bon état	bon état	bon état	bon état	bon état	bon état	bon état

Les profils sont assez similaires d'une prairie à l'autre ; seuls les indicateurs « espèces sociales » et « structure phytosociologique » font vraiment la différence : ils sont bien notés pour la prairie des Oves mais constitue un facteur de dégradation de l'état de conservation des prairies des Graviers Nord et Sud. Il serait intéressant de disposer d'une chronique plus longue pour dégager une tendance dans l'évolution de l'état de conservation.

L'application de la méthode d'évaluation développée au cours de cette étude aux milieux forestiers et prairiaux et à la fonctionnalité de l'hydrosystème permet de souligner la pertinence des valeurs seuils choisies et du système de notation proposé ; ceux-ci permettent en effet de bien distinguer les entités en bon état de conservation de celles en mauvais état et surtout de mettre en exergue les indicateurs qui font défaut ou qui, au contraire, contribuent à la qualité ou à la valeur de l'habitat. La proposition de mesures de gestion appropriées est alors facilitée et justifiée par des données quantitatives et objectives.

Les tests terrain appuyés de l'analyse des données ont ainsi permis de conforter le cadre méthodologique. La méthode reste bien sûr perfectible, des points de discussion sont formulés dans la partie suivante.

5. BILAN ET PERSPECTIVES

L'élaboration d'une méthodologie pour déterminer l'état de conservation des habitats alluviaux est un travail complexe et plusieurs étapes, présentant les difficultés suivantes, étaient à relever : d'abord, le choix des critères et indicateurs les plus appropriés, ensuite la détermination des valeurs seuils, puis l'établissement des plans d'échantillonnage et enfin la réflexion sur la façon d'attribuer un qualificatif à l'état de conservation du grand type d'habitats évalué. Les tests des protocoles sur le terrain étaient indispensables : ils ont permis de se rendre compte des écueils et d'apporter des ajustements et des précisions aux protocoles, afin que ceux-ci soient opérationnels.

5.1. QUELQUES PROBLÈMES SOULEVÉS AU COURS DE L'ANALYSE DES DONNÉES

La méthode élaborée a été testée pour chacun des grands types d'habitats sur le terrain dans plusieurs RN. Elle est désormais opérationnelle. Seules quelques incertitudes demeurent au niveau des listes d'espèces typiques des forêts de bois durs (les conservatoires botaniques contactés n'ayant pas tous donné suite à la demande) et de la validation des seuils (le seul moyen étant de passer à l'expérimentation : pour tel pourcentage d'espèces typiques, est-ce que le fonctionnement (par exemple la productivité) de l'habitat est maintenue, augmentée ou diminuée ? D. Marage, comm. pers.).

L'analyse des données issues des tests du protocole de l'évaluation de l'état de conservation des forêts de bois durs montre que, pour l'indicateur « typicité des herbacées » et « typicité des lianes », les classes d'état 0 (moins de 25% d'espèces typiques) et 4 (plus de 75% d'espèces typiques) ne sont pas ou peu représentées et ce, quelle que soit la réserve dans laquelle l'indicateur est évalué. Ce déséquilibre peut être expliqué par des seuils fixés inadaptés, qui ne permettent pas de distinguer tous les relevés ou par une liste d'espèces typiques établie trop exigeante. Pour des questions de ce type, des références à des systèmes non altérés (s'ils existaient encore) auraient été riches d'informations.

Un autre point peut être critiqué au sujet de l'indicateur « structure horizontale des peuplements de forêts de bois durs ». Dans la mesure où ces boisements s'organisent en éco-unités⁶ dont la juxtaposition à l'échelle du peuplement constitue la mosaïque forestière, il est peut-être illusoire de décrire comme « état optimal » sur une placette une structure où toutes les classes de diamètre sont représentées. L'état « optimal » ainsi perçu à l'échelle de la placette apparaît sévère, pour preuve, on peut consulter la répartition des relevés dans les classes d'état (annexe 37). La

⁶ Eco-unité (Oldeman, 1990) : unité de végétation forestière qui commence son développement au même moment et sur la même surface, passant par différentes phases du cycle sylvigénétique avant de subir sur toute ou partie de sa surface une nouvelle perturbation.

pertinence des seuils est à confirmer ou l'échelle d'analyse de cet indicateur est à revoir. Là encore, la connaissance de ces milieux non perturbés aurait été d'un apport considérable.

5.2. DISPOSITIONS POUR LA MISE EN APPLICATION

Des dispositions importantes sont à prendre pour assurer la qualité et la pérennité de la démarche. Il est nécessaire :

- d'analyser les moyens financiers et humains mobilisables pour la réalisation de ce suivi et de s'assurer de la pérennité de ces moyens ;
- de préférer un protocole simple à un protocole complexe mais dont la mise en œuvre sera assurée dans le temps ;
- de s'assurer de la reproductibilité à long terme du dispositif de suivi ;
- de limiter au maximum les biais lors de ces relevés notamment ceux liés aux observateurs (formation des gestionnaires de terrain) ;
- de saisir et surtout d'archiver les données de façon à les valoriser ultérieurement autant que possible.

5.3. APPORTS DE LA MÉTHODE

S'engager dans un suivi représente un investissement à l'échelle de plusieurs décennies. Le projet peut paraître ambitieux pour des structures gestionnaires aux moyens financiers et humains limités. Mais les retours attendus sont nombreux.

Ce travail propose une méthode destinée à être appliquée dans le vaste réseau des RN fluviales. Il fournit un cadre homogène simple et pragmatique pour évaluer l'état de conservation des habitats alluviaux, aussi divers qu'ils soient. Peut-être inspirera-t-il des réflexions sur l'état de conservation des autres habitats représentés dans les réserves naturelles de France. Outre la détermination de la part des réserves naturelles de France dans la protection des milieux alluviaux, l'approche par plusieurs critères et le recours à un système de notation pour analyser les données sont intéressants à plusieurs titres, cités ci-dessous.

L'évaluation obtenue est précise et progressive, elle est fondée sur des critères et des indicateurs assez simples et les plus objectifs possible, renvoyant à des données quantitatives.

L'identification des causes ou au moins des indicateurs justifiant du bon ou du mauvais état de conservation attribué à l'habitat est facilitée. Les indicateurs permettent d'abord de mettre l'accent sur les facteurs influençant l'état de conservation des habitats, puis il est intéressant de rechercher les causes des bons et des mauvais états, naturelles ou humaines, internes ou externes ou l'origine des menaces qui pèsent sur les habitats. Les relations de cause à effet entre l'état de conservation constaté des habitats et les facteurs naturels et humains qui agissent ou peuvent agir sur eux doivent pouvoir ainsi être expliqués. Si l'état est bon, c'est que les facteurs qui conditionnent les habitats sont favorables. Dans le cas contraire, il faut chercher à désigner le ou les facteurs qui influencent négativement (de manière certaine ou supposée). À l'issue de ces réflexions, la connaissance globale sur l'état des habitats, leur évolution, leur dynamique et leur fonctionnement, élément essentiel pour assurer une gestion prospective de ces milieux, pourrait être améliorée.

Le lien avec les modalités de gestion peut être fait directement. Les efforts de gestion ou le choix d'une absence d'intervention peuvent alors être valorisés ou reconsidérés sur un pas de temps de 10 ans. La méthode permettra l'évaluation des pratiques de gestion et les résultats devront figurer dans les plans de gestion des RN.

Indirectement, la mise en œuvre de la méthode facilitera le contrôle de l'usage des fonds publics engagés dans les programmes de conservation et de restauration (Dufour & Pont, 2006).

CONCLUSION

L'objectif spécifique de mon stage était de doter les RN fluviales d'outils d'évaluation de l'état de conservation des milieux alluviaux, afin d'intégrer cette thématique aux plans de gestion des RN. L'utilisation d'une méthode commune permettra d'homogénéiser les approches d'une RN à l'autre par grands types d'habitats alluviaux, facilitant alors les comparaisons. Elle rendra également possible un suivi de l'évolution de l'état de conservation dans le temps et permettra ainsi de juger des effets des actions de gestion entreprises. L'originalité de la méthode réside dans l'intégration d'un protocole évaluant le fonctionnement global de l'hydrosystème puisque les habitats alluviaux sont étroitement dépendants du fleuve ; cette dimension fonctionnelle ne peut être ignorée et un regard plus large sur le fleuve doit être porté. L'évaluation de la fonctionnalité de l'hydrosystème à l'échelle du secteur fonctionnel ou à l'échelle du site permet dans un premier temps de déterminer les facteurs abiotiques pouvant expliquer une part du risque d'altération. Les évaluations des grands types d'habitats forestiers et prairiaux peuvent ensuite être entreprises afin de déterminer si l'habitat générique est en état optimal (aucune altération), en bon état (altération de certains attributs de l'habitat, ne remettant pas en cause son fonctionnement et son maintien à long terme), en état moyen (altération compromettant le maintien à long terme) ou en mauvais état (habitat très simplifié). Pour cela, nous avons défini pour chaque grand type d'habitats et selon les recommandations du MNHN, des paramètres, des critères et des indicateurs objectifs susceptibles de qualifier un état favorable de conservation, notamment en termes de structures, de fonctions et d'altérations.

Le test des protocoles sur quelques RN fluviales a permis de mettre en exergue les indicateurs favorables et défavorables au bon état de conservation des habitats. Concernant les boisements pionniers de bois tendres, ils sont aujourd'hui relictuels de la dynamique antérieure dans la plupart des RN étudiées, souvent ils ne présentent aucune cohorte juvénile témoignant de leur renouvellement. Ils sont voués à une disparition certaine à un horizon de quelques décennies dans le contexte fonctionnel actuel. Leur état de conservation est moyen ou mauvais. Pour les forêts de bois durs, la situation est plus nuancée : de nombreux risques pèsent sur le devenir de ces habitats (enfouissement de la nappe phréatique et déconnexion induite, diminution de la fréquence d'inondation, pression exercée par espèces exogènes invasives) mais la dynamique végétale spontanée, la régression de la populiculture et la gestion conservatoire mise en place offrent de belles perspectives à cet habitat. L'état de conservation des boisements est bon. Enfin, les prairies de la RN de l'Île de la Platière au regard des indicateurs retenus sont dans un état moyen à bon ; leur gestion conservatoire devrait permettre de retrouver des regroupements typiques de pelouses et prairies.

Pour préserver les milieux alluviaux, différentes initiatives sont engagées par les organismes gestionnaires des RN : soustraction à toute forme d'intervention, gestion durable par la mise en œuvre de modes de gestion adaptés, restauration de certains habitats dégradés (Cemagref, 2011). Dans toutes ces situations, les choix de gestion doivent être évalués du point de vue de leurs effets en termes de composition, de structure et de dynamique. Ainsi, il est important que les gestionnaires disposent d'outils permettant de décrire les formations boisées ou prairiales alluviales, d'établir un diagnostic des boisements d'un point de vue fonctionnel et de suivre et d'évaluer les choix de gestion mis en œuvre, y compris celui de ne pas intervenir. Les indicateurs retenus peuvent répondre à des attentes variées : aide à la décision, usage de crédits publics, évaluation de la pertinence des choix d'action.

Enfin, l'apport d'informations sur la dynamique spontanée des boisements alluviaux peut être considérable si le suivi est rigoureusement mis en place. Toutefois, ces protocoles ne trouveront leur pleine justification qu'après au moins deux campagnes de relevés sur une même réserve. La méthodologie proposée, en tant que suivi scientifique, pourra alors accompagner les mesures de gestion pour valider l'efficacité sur les enjeux de conservation. L'intérêt est réel par exemple dans le cas de travaux entrepris dans le cadre de programmes LIFE (Loire ou Rhin par exemple) qui visent à restaurer la fonctionnalité des hydrosystèmes. C'est l'occasion de valoriser les informations récoltées au plan scientifique comme pratique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 2000/60/CE 2000 – Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau – Disponible à : <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32000L0060:FR:HTML> [Consulté janvier 22, 2011]
- 79/409/CEE 1979 – Directive 79/409/CEE du Conseil, du 2 avril 1979, concernant la conservation des oiseaux sauvages – Disponible à : <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31979L0409:FR:HTML> [Consulté janvier 22, 2011]
- 92/43/CEE 1992 – Directive 92/43/CEE du Conseil, du 21 mai 1992, concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages – Available at : <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31992L0043:FR:HTML> [Consulté janvier 22, 2011]
- AMOROS C. & PETTS, G.E. 1993 – Hydrosystèmes fluviaux – Paris : Masson – 300 p. Collection d'écologie n°24
- ASSOCIATION DES AMIS DE L'ÎLE DE LA PLATIERE, 2008 – Plan de gestion de la réserve naturelle de l'Île de la Platière 2008-2017 – 154 p.
- BARDAT, J. *et al.*, 2001 – Prodrôme des végétations de France – Paris : Publications scientifiques du MNHN – 171 p. Patrimoines naturels, vol. 61
- BENSETTITI, F., COMBROUX, I. & DASZKIEWICZ, P., 2006 – Evaluation de l'état de conservation des habitats et espèces d'intérêt communautaire : Guide méthodologique – MNHN, SPN – 59 p. Document 2, version 4
- BENSETTITI, F., RAMEAU, J.-C. & CHEVALIER, H., 2001 – « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 1 - Habitats forestiers – Paris : MATE/MAP/MNHN – 2 volumes : 339 p. et 423 p. + cédérom. Éd. La Documentation française
- BERTHELOT, A. *et al.*, 2005 – La biodiversité des peupleraies picardes, en France – *Unasylva* n°221, vol. 56, p. 18-19
- BfN, 2010 – BfN Bundesamt für Naturschutz – Disponible à : <http://www.bfn.de/> [Consulté avril 17, 2011]
- BISSARDON, M., GUIBAL, L. & RAMEAU, J.-C., 1997 – CORINE biotopes - Types d'habitats français – Nancy : ENGREF – 217 p.
- BLANDIN, P. & LAMOTTE, M., 1988 – Recherche d'une entité écologique correspondant à l'étude des paysages : la notion d'écocomplexe – *Bull. Ecol.*, t. 19, 4, p. 547-555
- BOUZILLÉ, J.-B., 2007 – Gestion des habitats naturels et biodiversité : concepts, méthodes et démarches – Paris : Tec & Doc Lavoisier – 331 p.
- BRUCIAMACCHIE, M., 2005 – Protocole de suivi des espaces naturels protégés – MEDD – 42 p.
- CARNINO, N., 2009a – Etat de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle du site - Méthode d'évaluation des habitats forestiers – MNHN SPN / ONF – 49 p.

- CARNINO, N., 2009b – Etat de conservation des habitats forestiers d'intérêt communautaire : une méthode pour l'évaluation à l'échelle du site Natura 2000 – 21 p., présentation à Montpellier le 2 juillet 2009
- CARNNOT-MILARD, L., 2010 – Les milieux alluviaux : guide pour l'identification des stations et le choix des essences – CRPF Champagne-Ardenne – 172 p.
- CEMAGREF, 2011 – Restauration écologique : nécessité de construire des indicateurs pour un suivi efficace – *Sciences, Eaux et Territoires*, n°5
- CHIFFAUT, A., 2006 – Guide méthodologique des plans de gestion de réserves naturelles – *Cahiers techniques MEED/ATEN*, n°79, 76 p.
- CINOTTI, B. & CLAUCE, F., 2003 – Note sur la cartographie des peupleraies dans les sites Natura 2000 – Forêt Privée Française, le portail des forestiers privés -. Disponible à : <http://www.foretpriveefrancaise.com/note-sur-la-cartographie-despeupleraies-dans-les-sites-natura-2000-217269.html> [Consulté mai 24, 2011]
- COMMISSION EUROPÉENNE, 2007 – Interpretation manual of European Union habitats EUR 27 – DG Environnement Nature and biodiversity
- CONSERVATOIRE DES SITES ALSACIENS, 2010a – Plan de gestion de la réserve naturelle de l'Île de Rhinau 2010-2014 – 138 p.
- CONSERVATOIRE DES SITES ALSACIENS, 2011 – Plan de gestion de la réserve naturelle de la Forêt d'Erstein 2011-2015 – 33 p.
- CONSERVATOIRE DES SITES ALSACIENS, 2010b – Plan de gestion de la réserve naturelle de la Forêt d'Offendorf 2010-2014 – 37 p.
- CONSERVATOIRE DES SITES ALSACIENS, 2003 – Plan de gestion de la réserve naturelle du Delta de la Sauer 2004-2008 – 129 p.
- CONSERVATOIRE DES SITES ALSACIENS & OFFICE NATIONAL DES FORÊTS, 2004 – Référentiel des habitats reconnus d'intérêt communautaire de la bande rhénane : description, états de conservation et mesures de gestion – Programme LIFE Nature de conservation et restauration des habitats de la bande rhénane – 158 p.
- CONSERVATOIRE DES SITES NATURELS BOURGUIGNONS ET CONSERVATOIRE DU PATRIMOINE NATUREL DE LA RÉGION CENTRE, 2009 – Plan de gestion de la réserve naturelle de Val de Loire 2010-2014 – 336 p.
- CORNIER, T., 2002 – La végétation alluviale de la Loire entre le Charolais et l'Anjou : Essai de modélisation de l'hydrosystème – Université de Tours – 227 p. – Thèse de doctorat
- COTTAM, G. & CURTIS J., T., 1956 – The use of distance measure in physiological sampling – *Ecol.*, n°37, p. 451-460
- DARINOT, F. & PERRAIS, T., 2009 – Protocole « Evaluation de l'état de conservation des habitats prairiaux hygrophiles » : essai d'une méthode – Réserve Naturelle du Marais de Lavours – 10 p.
- DOBSON, A., BRADSHAW, A.D. & BAKER, A.J.M., 1997 – Hopes for the future : restoration ecology and conservation biology – *Science*, vol. 277., p. 515-522

- DU BUS DE WARNAFFE, G. & DEVILLEZ, F., 2002 – Quantifier la valeur écologique des milieux pour intégrer la conservation de la nature dans l'aménagement des forêts : une démarche multicritères – *Ann. For. Sci.*, n°59, p. 369-387
- DUFOUR, S., 2005 – Contrôles naturels et anthropiques de la structure et de la dynamique des forêts riveraines des cours d'eau du bassin rhodanien (Ain, Arve, Drôme et Rhône) – Université de Lyon – 244 p. – Thèse de doctorat
- DUFOUR, S. & PONT, B., 2006 – Protocole de suivi des forêts alluviales : l'expérience du réseau des réserves naturelles de France – *Revue Forestière Française*, n° LVIII, p. 45-60
- DUFRÊNE, M. & DESLESCAILLE, L.-M., 2003 – Guide méthodologique pour la cartographie, l'inventaire et l'évaluation de l'état de conservation des habitats et des habitats d'espèces dans le cadre de la réalisation des arrêtés de désignation en Région Wallonne – MRW/DGRNE/CRNFB – 78 p.
- DUPIEUX, N., 2004 – Un protocole commun de description et de suivi des forêts alluviales du bassin de la Loire – Programme Loire Nature, mission scientifique – 41 p.
- ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. & PAULISSEN, D., 1992 – Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa – *Scripta Geobotanica*, n°18 : 1-258
- FAO, 2002 – Guide pour les enquêtes sur la demande, l'offre et l'approvisionnement en combustibles ligneux : la conception du plan d'échantillonnage – Disponible à : <http://www.fao.org/docrep/007/y3779f/y3779f03.htm> [Consulté mai 24, 2011]
- GÉGOUT, J.-C., RAMEAU, J.-C., RENAUX, B., JABIOL, B., BAR, M., MARAGE, D., 2007 – Les habitats forestiers de la France tempérée : typologie et caractérisation phytoécologique – Nancy : AgroParisTech-ENGREF – 720 p.
- GÉHU, J.-M. & CARBIENER, R., 1980 – La végétation des forêts alluviales – Vaduz (Allemagne) : Cramer – 744 p. Colloques phytosociologiques de Strasbourg
- GILG, O., 2005 – Old-Growth Forests : Characteristics, Conservation and Monitoring – Habitat and species management *Cahier Techniques de l'ATEN* n°74 bis, 52 p.
- JULVE, P., 2005 – Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France
- KLESCZEWSKI, M. & LACOSTE, C., 2007 – Elaboration de critères d'évaluation de l'état de conservation des habitats naturels du Parc National des Cévennes – Conservatoire des espaces naturels du Languedoc - Roussillon – 29 p., présentation au congrès des CEN 2010
- LANGLOIS, D. & GILG, O., 2007 – Proposition de mise en place d'une méthode de suivi des milieux ouverts par les Rhopalocères et Zygaenidae dans les réserves naturelles de France, révision de la proposition de protocole de 2002 – Dijon : Réserves naturelles de France – 14 p.
- LAPORTE, M., 2005 – Populiculture et biodiversité : sortir des préjugés – *Notre Forêt*, n°51, p. 3
- LARRIEU, L. & GONIN, P., 2010 – L'indice de diversité potentielle ou IBP : un outil pratique au service de la biodiversité ordinaire des forêts – *Forêt entreprise*, n°190, p. 52-57
- LE JEAN, Y., 2008 – Réflexions sur l'état de conservation des habitats forestiers. Exemple de la Franche-Comté – *Revue Forestière Française*, n°LX, p. 425-435. Disponible à : <http://documents.irevues.inist.fr/handle/2042/21901> [Consulté février 21, 2011]

- LEVREL, H., 2007 – Quels indicateurs pour la gestion de la biodiversité? – Institut français de la biodiversité – 96 p.
- LOIRET NATURE ENVIRONNEMENT, 2010 – Plan de gestion de la réserve naturelle de l'Île de Saint-Mesmin 2010-2014 – 114 p.
- MACIEJEWSKI, L., 2010 – Méthode d'élaboration des listes d'« espèces typiques » pour des habitats forestiers d'intérêt communautaire en vue de l'évaluation de leur état de conservation – MNHN SPN – 70 p. Mémoire de fin d'études AgroParisTech-ENGREF
- MARAGE, D., 2008 – Gérer un site Natura 2000, du DocOb à la contractualisation – Présentation pour le module « Gestion des Espaces Naturels » de l'AgroParisTech-ENGREF.
- MEDAD - DNP, 2007 – Etat de conservation des espèces et des habitats d'intérêt communautaire - Sortie de la première évaluation en France – Disponible à : http://www.natura2000.fr/IMG/pdf/synthese-etatdeslieux_8pages-seminaire.pdf
- MICHEL, C., 2002 – Protocole d'évaluation de l'état de conservation des habitats forestiers - Application aux sites Natura 2000 des Hautes Vosges – Parc naturel régional des Ballons des Vosges – 23 p.
- MICHELOT, J.-L., 1994 – Gestion et suivi des milieux fluviaux, l'expérience des réserves naturelles – Réserves naturelles de France – Dijon : Réserves naturelles de France – 440 p.
- MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, 2005 – Décret n°2005-491 du 18 mai 2005 relatif aux réserves naturelles et portant notamment modification du code de l'environnement
- NOSS R., F., 1990 – Indicators for monitoring biodiversity : a hierarchical approach – *Conservation Biology*, n°4, vol. 4, p. 355-364
- OLDEMAN, R.A.A., 1990 – Forest : Elements of Silvology – Berlin.
- ONF, 2008 – Plan de gestion de la réserve naturelle des îles du Haut-Rhône 2008-2012 – 145 p.
- PACHE, G., 2010 – Méthodes et protocoles pour l'évaluation écologique des zones humides - Etude bibliographique et propositions (version provisoire) – CBNA – 29 p.
- PAUTOU, G., 1975 – Contribution à l'étude écologique de la plaine alluviale du Rhône entre Seyssel et Lyon – Université de Grenoble – 375 p. Thèse de doctorat
- PECHEUR, A.L., 2008 – Evaluation de l'état de conservation des habitats - Etude des habitats fluviaux dans les réserves naturelles de France – Réserves naturelles de France – 130 p. Mémoire de fins d'études AgroParisTech-ENGREF
- PONT, B., 2002 – Suivi à long terme de la dynamique spontanée des forêts alluviales : protocole – Dijon : Réserves naturelles de France – 6 p.
- PONT, B., 2001 – Suivi à long terme de la dynamique spontanée des forêts alluviales dans les réserves naturelles – *Revue Forestière Française*, n°LIII, p. 368-371
- PONT, B. & LE BOT, N., 2002 – Suivi à long terme de la dynamique spontanée de la forêt alluviale de l'île des Gravieres : résultats de la seconde campagne de relevés – Réserve Naturelle de l'Île de la Platière – 25 p.

- POPY, S., 2010 – Étude de préfiguration d'un Observatoire Régional de la Biodiversité pour le Languedoc-Roussillon : Bases de réflexion pour la constitution d'un jeu d'indicateurs – CEMAGREF – 379 p.
- RAMEAU, J.-C., GAUBERVILLÉ, N. & DRAPIER, N., 2000 – Gestion forestière et diversité biologique ; identification et gestion intégrée des habitats et espèces d'intérêt communautaire – Tome 2 - France domaine atlantique et Tome 3 - France domaine continental. – ENGREF, ONF et IDF – 189 p. et 160 p.
- RNF, 2008 – Observatoire du patrimoine naturel des réserves naturelles de France – Dijon : Réserves naturelles de France
- RONDEUX, J., 1978 – Le dendromètre Suunto – Revue Forestière Française, n°XXX, p. 387-391
- ROYER, J.-M., 1991 – Synthèse eurosibérienne, phytosociologique et phytogéographique de la classe des Festuco-Brometea – *Dissert. Botan.*, n°178, p. 178-296
- SCHMIDT, E., 1985 – Habitat inventarization, characterization and bioindication by a « representative spectrum of Odonata Species (RSO) » – *Odonatologica*, n°14
- SCHNITZLER-LENOBLE, A., 2007 – Forêts alluviales d'Europe : écologie, biogéographie, valeur intrinsèque – Paris : Tec & Doc Lavoisier – 387 p.
- SERVICE DES ESPACES VERTS ET DE LA NATURE - ville de Strasbourg, 2010 – Plan de gestion de la réserve naturelle de l'Île de Rohrschollen 2011-2016 – 144 p.
- SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G., 1989 – Statistical methods – Wiley-Blackwell – 536 p.
- SOCIÉTÉ NATIONALE POUR LA PROTECTION DE LA NATURE, 2006 – Zones humides alluviales – *Zones Humides Infos*, n°51-52 – p. 18-20
- TOURNIER, H., 2010 – Evaluation de l'état de conservation des habitats forestiers – Réserves naturelles de France – 13 p. Réunion du groupe forêt de la commission scientifique de RNF à Py
- TRÉMOLIÈRES, M., SCHNITZLER, A. & CARBIENER, D., 2002 – Quel système de référence pour la restauration des systèmes alluviaux rhénans ? – *Revue d'écologie*, supplément 9, p. 131-145

Logiciels utilisés :

Map Info Environmental Systems Research Institute. Inc. (ESRI). (2007). ArcGis 8.5. Map Info Corporation

R Development Core Team (2008). R : A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

LISTE DES CONTACTS

Michel CHANTEREAU
Conservateur de la réserve naturelle nationale
de Saint-Mesmin
Loiret Nature Environnement
64 route d'Olivet
45100 Orléans
02 38 56 69 84
michel.chantereau@espaces-naturels.fr

Nicolas DEBAIVE
Chargé de mission scientifique à Réserves
naturelles de France
Réserves naturelles de France
6 bis, rue de la Gouge
BP 100, 21 803 Quétigny cedex
03 80 48 94 75
nicolas.debaive-rmf@espaces-naturels.fr

Carole DESPLANQUE
Conservatrice des réserves naturelles nationale
du Lac Luitel et régionale des îles du Haut
Rhône
ONF Isère
9 quai Créqui
38026 Grenoble cedex
04 76 86 39 88
carole.desplanque@onf.fr

Pascal DUPONT
OPIE
21 impasse des Tuileries
38920 Crolles
04 76 08 75 65
pascal.dupont5@gmail.com

Sylvain GAUDIN
Ingénieur expérimentation et développement
CRPF - Maison régionale de la forêt et du bois -
Complexe agricole du Mont-Bernard
51000 Chalons en Champagne
03 26 65 18 25
sylvain.gaudin@crpf.fr

Catherine LE QUANG
Chargée de mission
Service des espaces verts et de la nature
Ville et Communauté urbaine de Strasbourg
1 parc de l'Étoile
67076 Strasbourg Cedex
03 88 43 63 29
catherine.le-quang@strasbourg.eu

Frédéric LONCHAMPT
Responsable département Espaces naturels et
conservateur de la réserve naturelle de l'Île du
Rohrschollen
Service des espaces verts et de la nature
Ville et Communauté urbaine de Strasbourg
1 parc de l'Étoile
67076 Strasbourg Cedex
03 88 43 63 29
frederic.lonchamp@strasbourg.eu

Damien MARAGE
Maitre de conférences Ecologie forestière
AgroParisTech - ENGREF
14 rue Girardet
CS 14216 F-54042 Nancy Cedex
Département SIAFEE, Unité Forêt, Arbre,
Milieux naturels (FAM)
Laboratoire d'Etude des Ressources Forêt-Bois
03 83 39 68 81

François MORNEAU
Direction technique de l'Inventaire Forestier
National
Château des Barres
45290 Nogent-sur-Vernisson
02 38 28 38 34
francois.morneau@ifn.fr

Nicolas POINTECOUTEAU
Conservateur de la réserve naturelle nationale
du Val de Loire
11 bis, rue Ferdinand Gambon
58 150 Pouilly-sur-Loire
03 86 39 05 10
reservenaturelle-valdeloire@wanadoo.fr

Arnaud PRINGARBE
Service espaces verts et de nature
Ville et Communauté urbaine de Strasbourg
1 parc de l'Étoile
67076 Strasbourg Cedex
03 88 60 90 90
arnaud.pringarbe@strasbourg.eu

Isabelle VINKLER
Ex-enseignant-chercheur AgroParisTech-
ENGREF

ANNEXES

Table des annexes

Annexe 1 : Définition des milieux alluviaux et liste des habitats concernés	70
Annexe 2 : Listes des espèces typiques des forêts de bois durs	75
Annexe 3 : Principaux éléments de l'analyse en composantes principales réalisée sur les placettes en forêts de bois durs et dans les peupleraies de la RN de l'Île de la Platière ..	77
Annexe 4 : Carte des placettes choisies en forêt de bois durs et peupleraie pour l'application du protocole dans la RN de l'Île de la Platière	78
Annexe 5 : Fiches de terrain pour le protocole « évaluation de l'état de conservation des forêts de bois durs »	79
Annexe 6 : Carte partielle des placettes choisies en forêt de bois tendres pour l'application du protocole dans la RN du Val de Loire	81
Annexe 7: Fiche de terrain pour la réalisation du protocole « évaluation de l'état de conservation des forêts de bois tendres »	82
Annexe 8 : Carte partielle des points de suivi prairies dans la RN de l'Île de la Platière	83
Annexe 9 : Tableau synthétisant les résultats du diagnostic de la fonctionnalité de l'hydrosystème pour neuf réserves naturelles, soumis aux avis des conservateurs des réserves	84
Annexe 10 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de la fonctionnalité de l'hydrosystème pour la réserve naturelle du Delta de la Sauer	85
Annexe 11 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de la fonctionnalité de l'hydrosystème pour la réserve naturelle de la Forêt d'Offendorf	86
Annexe 12 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de la fonctionnalité de l'hydrosystème pour la réserve naturelle de l'Île du Rohrschollen	87
Annexe 13 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de la fonctionnalité de l'hydrosystème pour la réserve naturelle de l'Île de Rhinau	88
Annexe 14 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de la fonctionnalité de l'hydrosystème pour la réserve naturelle de la Forêt d'Erstein	89
Annexe 15 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de la fonctionnalité de l'hydrosystème pour la réserve naturelle du Val de Loire	90
Annexe 16 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de la fonctionnalité de l'hydrosystème pour la réserve naturelle de Saint-Mesmin	91
Annexe 17 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de la fonctionnalité de l'hydrosystème pour la réserve naturelle de l'Île de la Platière	92
Annexe 18 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de la fonctionnalité de l'hydrosystème pour la réserve naturelle des Îles du Haut Rhône	93
Annexe 19 : Tableau synthétisant les résultats de l'évaluation de l'état de conservation des forêts de bois durs pour trois réserves	94
Annexe 20 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation des forêts de bois durs de l'île des Gravieres dans la RN de l'Île de la Platière en 1994 et 2002	95

Annexe 21 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation de l'ensemble des forêts de bois durs de la RN de l'Île de la Platière en 2011	96
Annexe 22 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation des peupleraies dans la RN de l'Île de la Platière en 2011	97
Annexe 23 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation des forêts de bois durs dans la « réserve forestière intégrale » de la RN du Val de Loire	98
Annexe 24 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation de l'ensemble des forêts de bois durs de la RN de l'Île du Rohrschollen.....	99
Annexe 25 : Tableau synthétisant les résultats de l'évaluation de l'état de conservation des forêts de bois tendres pour quatre réserves	100
Annexe 26 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation des forêts de bois tendres de la RN de l'Île de la Platière	101
Annexe 27 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation des forêts de bois tendres de la RN du Val de Loire	102
Annexe 28 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation des forêts de bois tendres de la RN du Delta de la Sauer	103
Annexe 29 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation des forêts de bois tendres de la RN de l'Île de Rhinau	104
Annexe 30 : Tableaux des calculs des variables renseignant les indicateurs pour l'évaluation de l'état de conservation des trois prairies étudiées de la RN de l'Île de la Platière.....	105
Annexe 31 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation de la prairie des Oves	106
Annexe 32 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation de la prairie des Graviers Nord	107
Annexe 33 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation de la prairie des Graviers Sud	108
Annexe 34 : Carte renseignant l'évaluation de l'état de conservation des forêts de bois durs et des peupleraies, par placette, dans la RN de l'Île de la Platière.....	109
Annexe 35 : Carte renseignant l'état observé de l'indicateur « arbres typiques » par rapport à l'état attendu grâce à l'écart à la note maximale potentielle dans les forêts de bois durs et les peupleraies, par placette, dans la RN de l'Île de la Platière.....	110
Annexe 36 : Listes d'espèces typiques de rhopalocères utilisées pour l'évaluation de l'indicateur « typicité du cortège de rhopalocères » dans le protocole d'évaluation de l'état de conservation des milieux ouverts	111
Annexe 37 : Représentation de la répartition des placettes pour les indicateurs de l'état de conservation des forêts de bois durs.....	112
Annexe 38 : Correspondance des noms latins et français des espèces végétales citées.....	114
Annexe 39 : Glossaire.....	114

Annexe 1 : Définition des milieux alluviaux et liste des habitats concernés

Une plaine alluviale se caractérise par une mosaïque de milieux : des boisements hétérogènes, des annexes hydrauliques fluviales, des prairies humides et des pelouses sèches alluviales.

D'après Les Cahiers Techniques sur les forêts alluviales des grands cours d'eau et sur les pelouses alluviales des milieux secs inondables rédigés par B. Pont (Association des Amis de l'Île de la Platière) pour la région Rhône-Alpes.

Les forêts alluviales

Les forêts alluviales se caractérisent par la conjonction de trois conditions : elles sont installées spontanément sur des alluvions fluviales, elles sont en relation avec la nappe phréatique sous-jacente et elles sont soumises à l'influence des crues de cours d'eau (inondation, érosion).

Les alluvions participant à la richesse minérale du sol et la nappe phréatique accessible garantissant une alimentation en eau indépendante de la pluviométrie, les boisements alluviaux sont marqués par une vitesse de croissance forte. La perturbation régulière par les crues joue aussi un rôle déterminant : d'une part, elle sélectionne des espèces adaptées à la contrainte d'inondation, d'autre part, en perturbant régulièrement le milieu par des phénomènes d'érosion/dépôt, elle ralentit ou empêche son évolution vers des stades matures, permettant à des stades pionniers de se maintenir en proportion beaucoup plus forte que dans la plupart des autres boisements : ce sont des forêts organisées en mosaïques complexes résultant de l'hétérogénéité des conditions d'humidité, des différents stades de maturation et de la dynamique de renouvellement interne.

Les forêts alluviales s'organisent selon le stade successional (âge de la succession, régime de perturbation) : on distingue les forêts pionnières de bois tendres âgées de quelques décennies au plus et les forêts de bois durs, plus anciennes et soumises à un régime de perturbation moins intense. Entre ces deux extrêmes, on peut définir un stade intermédiaire de transition.

Les conditions stationnelles (situation topographique, granulométrie et nature des alluvions, importance et régime du cours d'eau) déterminent aussi l'organisation de ces forêts alluviales (respectivement, rythme d'inondation et profondeur de la nappe phréatique, degré de relation avec la nappe phréatique selon la possibilité de pénétration des racines, amplitude et saisonnalité du battement de la nappe phréatique et des crues inondantes).

- Les forêts alluviales pionnières de bois tendres

Les alluvions récemment déposées par la dynamique fluviale (banc de sable, de graviers ou de galets) sont colonisées par la végétation. La première année, cette végétation des grèves récentes est dominée par des espèces annuelles accompagnées de semis de Salicacées. Si une crue ne vient pas remettre en cause la colonisation végétale, une végétation herbacée vivace mêlée de semis de Salicacées atteignant alors 1 à 2 m se développe les années suivantes. Quelques années plus tard, la croissance des Salicacées réduit la place des grandes herbacées et conduit au stade des fourrés arbustifs. Le sol s'est alors exhaussé de quelques décimètres par piégeage d'alluvions fines (sable, limon) lors des crues. Une à deux décennies plus tard, ces fourrés ont évolué en futaies où la plupart des arbres ont le même âge et la même taille (« cohorte »). La dynamique fluviale, en érodant régulièrement certaines berges et déposant ailleurs les alluvions, renouvelle perpétuellement ce processus conduisant à une mosaïque d'unités d'âges variés. Les peuplements de bois tendres fonctionnels sont constitués de multiples petites unités homogènes en âge en leur sein, mais hétérogènes entre elles. Ces peuplements ont en commun une structure simple, un faible nombre d'espèces ligneuses (< 5), de longues durées d'inondation et un régime de perturbation élevé.

- Les forêts alluviales post-pionnières de transition

La poursuite de la maturation du boisement conduit, vers une cinquantaine d'années, au dépérissement et au remplacement progressif des espèces pionnières par des espèces capables de s'installer sous le couvert. Il s'agit le plus souvent des espèces de la forêt alluviale de bois durs mais dans quelques cas un stade intermédiaire existe.

- Les forêts alluviales matures de bois durs

A ce stade, le boisement se caractérise par l'apparition et la dominance des nouvelles espèces : les frênes (*Fraxinus excelsior* et *angustifolia* Vahl), les chênes (*Quercus robur* et *pubescens* Willd.) et les ormes (*Ulmus campestris* L., *laevis* Pall. et *glabra* Huds.). Ces frênaies-chênaies-ormaises comprennent d'autres essences disséminées telles que les érables (*Acer campestre* L., *platanoides* L. et *pseudoplatanus* L.), *Tilia platyphyllos* Scop. ou *Juglans regia* L.... Certaines des espèces pionnières suffisamment longévives se maintiennent dans le peuplement (*Populus nigra* et *alba* L., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn). Des espèces arbustives nombreuses viennent encore l'enrichir : *Crataegus monogyna* Jacq., *Cornus sanguinea* L., *Prunus padus* L., *Corylus avellana* L.... La strate herbacée comporte des espèces typiques des sols riches, bien alimentés en eau et des nitrophiles.

Au-delà de la richesse de la flore ligneuse, il se caractérise, en situation naturelle, par une structure de futaie irrégulière et de forêt dense.

- Les faciès de dégradation

Nombre de boisements ont été transformés par la sylviculture. L'altération principale résulte de la plantation des peupliers hybrides. Si la conduite reste extensive, un sous-bois diversifié composé des diverses essences des boisements alluviaux se maintient. Mais avec l'entretien régulier conseillé en populiculture intensive, on ne peut plus parler de forêt alluviale (plantation monoclonale et sous-bois avec végétation herbacée nitrophile, vivace ou annuelle, ...)

Les milieux ouverts

Les milieux ouverts regroupent les prairies humides et les pelouses alluviales sèches (mésohygrophiles à hygrophiles ou mésoxérophiles à mésophiles). Ces espaces sont souvent les témoins des pratiques agropastorales. On distingue :

- **les prairies humides** où la végétation dépend à la fois de l'hydromorphie, de la nature des sols et de la gestion pratiquée ;

- **les prairies sèches** situées sur des sols très filtrants (graviers, sables), souvent en position haute, donc peu ou non inondables ;

- **les pelouses sableuses** (habitats d'intérêt communautaire pour la plupart) où se développent des formations herbacées basses et plus ou moins clairsemées, sur sables fixes ou mobiles très secs, supportant des conditions de sécheresse extrême, de fortes températures estivales et une pauvreté en nutriments. Elles se maintiennent grâce à l'action de l'homme (pâturage) et un peu grâce à la dynamique fluviale.

Les menaces principales sont l'abandon et l'arrêt du pâturage, les plantations de peupliers, les espèces envahissantes, le drainage et l'altération de la dynamique fluviale.

Les milieux aquatiques :

Ils rassemblent des formations à grandes herbes des zones humides, les mégaphorbiaies, les formations d'hélophytes, les annexes hydrauliques (anciens chenaux abandonnés et zones humides riveraines des cours d'eau), les bras secondaires ou morts, les mares ou marais, les plans d'eau (anciennes gravières ou bras déconnectés), etc.

Les codes Corine Biotope et Natura 2000 correspondants à ces grands types d'habitats sont précisés dans le tableau suivant :

Tableau des habitats alluviaux concernés par l'étude, liste établie d'après les données de l'Observatoire de la biodiversité (RNF 2007)

Grands types d'habitats	Dénomination simplifiée	Code Natura 2000	Code Corine Biotope	
Milieux aquatiques	Communautés aquatiques des eaux courantes	3260	24.4	
		3240	24.224 et 44.112	
		3150	22.13 x 22.41 x 22.421	
	Communautés aquatiques des eaux stagnantes ou peu courantes			22.43
		3130	22.12 x 22.31 x 22.32	
		3140	22.12 x 22.44	
Communautés d'hélophytes	Communautés immergées des eaux stagnantes ou peu courantes		22.42	
			53.11	
			53.12	
			53.13	
			53.15	
	Communautés de grands hélophytes		53.16	
			53.21	
			53.5	
			53.4	
			53.143	
Communautés de petits hélophytes		53.145		
		53.14A		
	6430	37.7 et 37.8		
		37.1		
Végétation pionnière des grèves et rives exondées	Communautés pionnières à dominance d'espèces annuelles	3131	22.3232	
		3270	22.33 et 24.52	
		3110	22.313	
			24.22	
Prairies humides	Prairies humides de fauche		37.21	
		6410	37.31	
	Prairies humides pâturées		37.241	
Prairies mésophiles à xérophiles	Prairies mésophiles à xérophiles à Chiendent	7210*	53.3	
			38.1	
		3510	38.2	
			38.21	
Pelouses sableuses	Pelouses alluviales sableuses acidiphiles		35.21	
		2330	35.23	
	Pelouses alluviales sablo-calcaires	6120	34.12	
		6210*	34.31 à 34.34	
Milieux forestiers	Forêts alluviales à bois tendres	91E0*	44.13	
			44.12	
			44.1	
		3240	24.224	
	Forêts alluviales à bois durs (ou post pionnières de transition)		44.3	
		91F0	44.2	
			44.4	
			44.41	
		44.42		
		44.6		
	Plantations		83.32	

Dénomination Corine Biotope

Végétation immergée des rivières (Ranunculion fluitantis)

Végétations enracinées flottantes (Nymphaeion albae, Callitricho-Batrachion, Potamion graminei)

Végétations enracinées immergées (Potamogetonion (Potamion))

Phragmitaies Phragmitetum (Scirpo-Phragmitetum p., Typho-Phragmitetum maximi, Scirpo lacustris-Phragmitetum mediterraneum)

Scirpaies lacustres (Scirpetum lacustris (Scirpo-Phragmitetum p.))

Typhaies (Typhetum angustifoliae, Typhetum latifoliae (Scirpo-Phragmitetum p.))

Végétation à *Glyceria maxima* (Glycerietum maximae)

Végétation à *Phalaris arundinacea* (Phalaridetum arundinaceae)

Peuplements de grandes Laïches (Magnocariçaies)

Jonchaies hautes (Agropyro-Rumicion cristati)

Bordures à *Calamagrostis* des eaux courantes (Glycerio-Sparganion)

Communautés à Rubanier rameux (Sparganietum erecti)

Communautés à Jonc fleuri (Butometum umbellati)

Végétation à *Eleocharis palustris*

Lisières humides à grandes herbes (Convolvuletalia sepium, Glechometalia hederaceae p. (Calystegio-Alliarietalia)) et Mégaphorbiaies alpines et subalpines (Betulo-Adenostyletea p. ; Rumicion alpini)

Communautés à Reine des prés et communautés associées (Filipendulion ulmariae i.a.)

Gazons à petits Souchets (Cyperetum flavescens, Samolo-Cyperetum fuscii i.a.)

Groupements à *Bidens tripartita* (Bidention tripartitae) et Groupements euro-sibériens annuels des vases fluviatiles (Bidention p., Chenopodium rubri p.)

Gazons des bordures d'étangs acides en eaux peu profondes (Hydrocotylo-Baldellion p. (Helodo-Sparganion))

Bancs de graviers végétalisés (Epilobietalia fleischeri (Myricarietalia germanicae) i.a.)

Prairies humides atlantiques et subatlantiques (Calthion palustris, Bromion racemosi, Deschampsion cespitosae)

Prairies à Molinie et communautés associées (Molinietalia : Molinion caeruleae)

Pâtures à grand jonc

Végétation à *Cladium mariscus* (Cladietum marisci i.a.)

Pâtures mésophiles (Cynosurion)

Prairies de fauche de basse altitude (Arrhenatherion, Brachypodio-Centaureion nemoralis)

Prairies de fauche atlantiques (Brachypodio-Centaureion nemoralis)

Prairies siliceuses à annuelles naines

Pelouses à *Corynephorus*

Pelouses des sables calcaires (Koelerion glaucae, Sileno conicae-Cerastion semidecandri (Sedo-Cerastion) p.)

Prairies pérennes denses et steppes médio-européennes (Festuco-Brometea)

Forêts galeries de Saules blancs (Salicion albae: Salicetum albae, Salicetum fragilis)

Saussaies de plaine, collinéennes et méditerranéo-montagnardes (Salicion triandro-viminalis, Salicenion angustifolii, Salicion salvifoliae (Salicion albae p.))

Formations riveraines de Saules (Salicetea purpurea, populetalia albae)

Fourrés et bois des bancs de graviers

Forêts de Frênes et d'Aulnes des fleuves médio-européens (Alno-Padion p. (Fraxino-Alnion glutinosae)) *transition*

Galleries d'Aulnes blancs (Alnion incanae (Alnetum incanae s.l.)) *transition*

Forêts mixtes de Chênes, d'Ormes et de Frênes des grands fleuves (Ulmenion minoris)

Grandes forêts fluviales médio-européennes (Querco-Ulmetum minoris)

Forêts fluviales médio-européennes résiduelles

Forêts méditerranéennes de peupliers, d'ormes et de frênes (Populion albae)

Plantations d'arbres feuillus

Annexe 2 : Listes des espèces typiques des forêts de bois durs

Ces listes ont été établies grâce à la consultation des ouvrages suivants :

- « les habitats forestiers de la France tempérée : typologie et caractérisation phytoécologique » (Gégout *et al.*, 2007),
- aux cahiers d'habitats de l'INPN (Bensettiti *et al.*, 2001),
- aux classeurs d'habitats (Rameau *et al.* 2000),
- pour la Loire : la thèse de Cornier (2002),
- pour le Rhône amont : Pautou (1975),
- pour le Rhône aval : les données floristiques de l'Association des Amis de l'Île de la Platière,
- pour le Rhin : le référentiel des habitats reconnus d'intérêt communautaire de la bande rhénane (Conservatoire des sites alsaciens & Office national des forêts, 2004).

Elles ont été soumises pour avis à des gestionnaires et des experts (A. Douard de RNF, R. Bœuf de ONF Alsace, D. Marage d'AgroParisTech-ENGREF) et à l'expertise des CBN (Bassin Parisien, Massif Central, Alpin).

Des corrections ont été émises après les retours de A. Douard et R. Bœuf (pour le Rhin), T. Cornier (CBN Bailleul, pour la Loire), B. Renaux (CBN Massif Central), G. Causse (CBN Bassin Parisien) et D. Marage (pour l'ensemble de la liste).

(voir tableau page suivante)

Proposition de listes d'espèces typiques pour les 3 régions hydrogéographiques : Rhin-Rhône amont, Rhône aval et Loire

Domaine d'application		RHIN + RHONE AMONT	RHONE AVAL	LOIRE
Sources :		Description de l'Ulmo minoris - Fraxinetum excelsioris par Marage, Bœuf et Pautou	Données de la réserve de l'île de la Platière, INPN et Rameau	Description de l'Ulmenion- minoris par Cornier
Arbres	<i>Acer campestre</i>	X	X	X
	<i>Acer platanoides</i>	X	X	X
	<i>Acer pseudoplatanus</i>	X	X	X
	<i>Alnus glutinosa</i>	X	X	
	<i>Fraxinus angustifolia</i>		X	X
	<i>Fraxinus excelsior</i>	X		X
	<i>Juglans regia</i>		X	
	<i>Malus sylvestris</i>		X	
	<i>Populus alba</i>	X	X	X
	<i>Populus canescens</i>			X
	<i>Populus nigra</i>	X	X	
	<i>Populus tremula</i>			X
	<i>Prunus padus</i>	X		
	<i>Prunus spinosa</i>	X		X
	<i>Prunus x futicosans</i>			X
	<i>Quercus robur</i>	X	X	X
	<i>Tilia cordata</i>	X		
	<i>Tilia platyphyllos</i>		X	
	<i>Ulmus glabra</i>	X	X	
	<i>Ulmus laevis</i>	X	X	X
<i>Ulmus minor</i>	X	X	X	
Arbustes	<i>Cornus sanguinea</i>	X	X	X
	<i>Corylus avellana</i>	X	X	
	<i>Crataegus monogyna</i>	X	X	X
	<i>Evonymus europaeus</i>	X	X	X
	<i>Ligustrum vulgare</i>	X	X	X
	<i>Lonicera xylosteum</i>	X	X	
	<i>Rhamnus cathartica</i>		X	
	<i>Ribes rubrum</i>		X	X
	<i>Rosa canina</i>	X	X	
	<i>Rubus caesius</i>	X	X	
	<i>Sambucus nigra</i>	X	X	X
	Herbacées	<i>Aegopodium podagraria</i>	X	X
<i>Alliaria petiolata</i>		X		
<i>Allium ursinum</i>		X	X	
<i>Anemone ranunculoides</i>			X	
<i>Aristolochia clematitis</i>				X
<i>Arum italicum</i>			X	X
<i>Arum maculatum</i>		X		X
<i>Brachypodium sylvaticum</i>		X	X	X
<i>Cardamine impatiens</i>			X	X
<i>Carex acutiformis</i>		X		
<i>Carex pendula</i>			X	
<i>Carex remota</i>			X	
<i>Chelidonium majus</i>			X	X
<i>Circaea lutetiana</i>		X	X	X
<i>Convallaria majalis</i>		X		
<i>Cucubalus baccifer</i>			X	
<i>Deschampsia cespitosa</i>		X	X	
<i>Equisetum hyemale</i>		X		
<i>Festuca gigantea</i>		X		
<i>Galeopsis tetrahit</i>			X	
<i>Galanthus nivalis</i>				X
<i>Galium aparine</i>		X	X	X
<i>Geranium robertianum</i>			X	X
<i>Geum urbanum</i>			X	
<i>Glechoma hederacea</i>		X		X
<i>Heracleum sphondylium</i>			X	
<i>Impatiens glandulifera</i>		X		
<i>Impatiens noli-tangere</i>		X		
<i>Impatiens parviflora</i>		X		
<i>Lamium galeobdolon</i>			X	
<i>Lamium maculatum</i>			X	X
<i>Moehringia trinervia</i>				X
<i>Parietaria officinalis</i>			X	
<i>Paris quadrifolia</i>		X		
<i>Poa nemoralis</i>				X
<i>Poa trivialis</i>		X		
<i>Polygonatum multiflorum</i>		X		
<i>Ranunculus ficaria</i>		X	X	X
<i>Roegneria canina</i>				X
<i>Rumex sanguineus</i>			X	X
<i>Stachys sylvatica</i>		X		
<i>Urtica dioica</i>	X	X		
<i>Viburnum lantana</i>	X			
<i>Viola hirta</i>		X		
<i>Viola odorata</i>			X	
<i>Viola reichenbachiana</i>	X			
Lianes	<i>Clematis vitalba</i>	X	X	X
	<i>Hedera helix</i>	X	X	X
	<i>Humulus lupulus</i>		X	
	<i>Vitis communis</i>	X		X
		X	X	

Annexe 3 : Principaux éléments de l'analyse en composantes principales réalisée sur les placettes en forêts de bois durs et dans les peupleraies de la RN de l'Île de la Platière

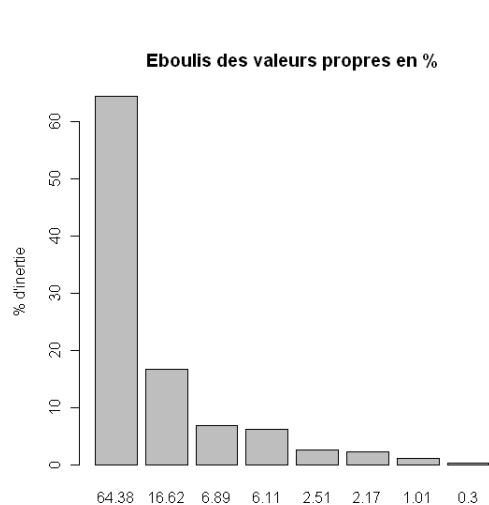


Figure 1 : échelle des valeurs propres (%)

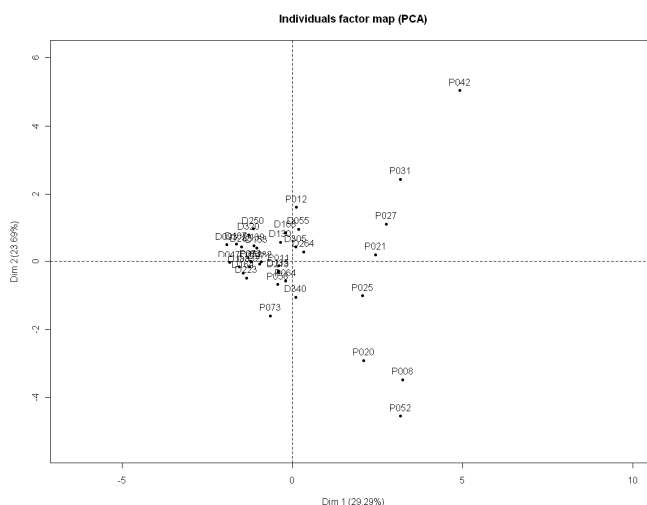


Figure 2 : répartition des individus (placettes) dans le plan factoriel F1- F2

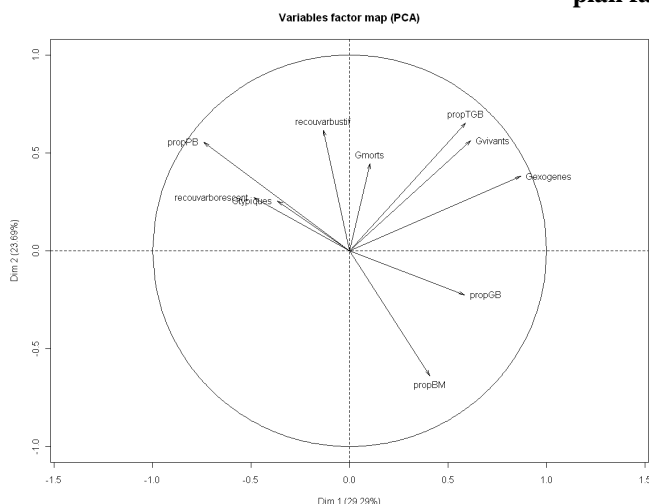


Figure 3 : cercle des corrélations des variables (indicateurs)

(les indicateurs représentés sur le cercle des corrélations sont les suivants :

Gexogenes : surface terrière occupée par les espèces exogènes,

Gtypiques : surface terrière occupée par les espèces typiques,

propPB : proportion de petit bois,

propBM : proportion de bois moyen,

propGB : proportion de gros bois,

propTGB : proportion de très gros bois,

Gmorts : surface terrière du bois mort sur pied et au sol,

Gvivants : surface terrière des arbres vivants)

	propPB	propBM	propGB	propTGB	Gvivants	Gtypiques	Gexogenes	Gmorts	recouvarbustif	recouvarborescent
propPB	1,00	-0,60	-0,64	-0,24	-0,57	0,22	-0,60	0,24	0,09	0,25
propBM	-0,60	1,00	-0,06	-0,08	0,28	0,01	0,19	-0,46	0,03	0,04
propGB	-0,64	-0,06	1,00	0,29	0,60	-0,10	0,57	0,03	-0,17	-0,31
propTGB	-0,24	-0,08	0,29	1,00	0,49	-0,09	0,49	0,12	0,33	-0,12
Gvivants	-0,57	0,28	0,60	0,49	1,00	0,37	0,52	0,10	0,21	0,01
Gtypiques	0,22	0,01	-0,10	-0,09	0,37	1,00	-0,45	0,24	0,23	0,40
Gexogenes	-0,60	0,19	0,57	0,49	0,52	-0,45	1,00	-0,10	0,06	-0,24
Gmorts	0,24	-0,46	0,03	0,12	0,10	0,24	-0,10	1,00	0,02	0,17
recouvarbustif	0,09	0,03	-0,17	0,33	0,21	0,23	0,06	0,02	1,00	0,16
recouvarborescent	0,25	0,04	-0,31	-0,12	0,01	0,40	-0,24	0,17	0,16	1,00

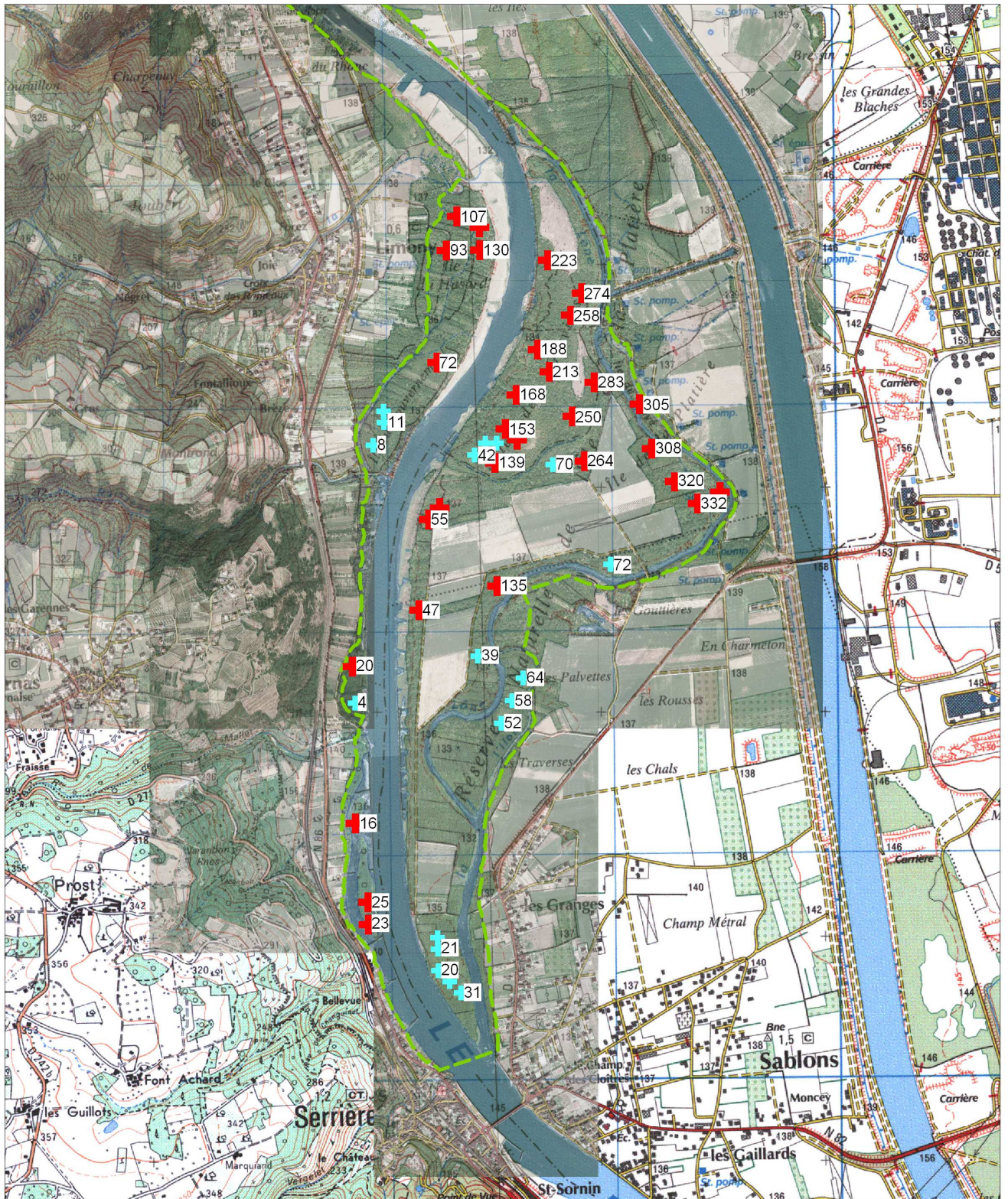
Figure 4 : matrice des corrélations

L'axe 1 et 2 expliquent 70% de la variance totale ; on retient donc deux composantes principales.

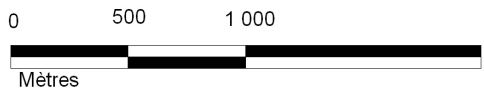
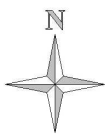
La matrice des corrélations ne relève pas de colinéarité. Les principales corrélations sont entre la proportion de petits bois et la proportion de bois moyens ainsi qu'entre la proportion de gros bois et la surface terrière des arbres vivants.

La matrice de corrélation donne des indicateurs plutôt bien décorrélés. Les flèches réparties de façon orthogonale dans le plan du cercle des corrélations le montr aussi. Les indicateurs proches dans l'espace tels que la surface terrière des arbres vivants et la proportion de très gros bois) sont corrélés positivement, les indicateurs opposés sont corrélés négativement.

Annexe 4 : Carte des placettes choisies en forêt de bois durs et peupleraie pour l'application du protocole dans la RN de l'Île de la Platière



Placettes en peupleraie
 +
 Placettes en forêt de bois dur
 +
 Limite de la réserve
 [Green dashed line]



Annexe 5 : Fiches de terrain pour le protocole « évaluation de l'état de conservation des forêts de bois durs »

Grille d'évaluation des forêts de bois dur

Site d'étude : N° placette : Commentaires, observations :
 Date du relevé : Nom fichier GPS (NomSite.BDxx) : xx numéro de la placette
 Nom du notateur : Code CB : xx-xx
 Heure d'arrivée :
 Heure de départ :

% de la surface impactée par les %
sangliers

	Arbres				Régénération		
	Essence	Classe de diamètre mesuré à 1,30m (en cm)	Etat sanitaire (CA/CR, MA/MR ou V)	Nombre de tiges	Espèce	Classe de hauteur : 0,5-2m, 2-4m ou +de 4m	Nombre de tiges
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							

Indices d'abondance - dominance selon Braun-Blanquet :

+ : recouvrement <5% et disséminée ; **1** : recouvrement <5% mais encore abondante ; **2** : recouvrement de 5 à 25% ;
3 : recouvrement de 25 à 50% ; **4** : recouvrement de 50 à 75% ; **5** : recouvrement de 75 à 100%

Statut des arbres : **MA** : mort sur pied ancien, **MR** : mort sur pied récent, **CA** : mort au sol ancien, **CR** : mort au sol récent, **V** : vivant

Diamètre de précomptage des arbres : 7,5cm de diamètre à 1,30m

*Pour les semis de régénération <50cm de hauteur, renseigner les coefficients d'abondance-dominance dans le relevé phytosociologique

*Les cépées sont considérées comme "semis" si tous les brins ont un diamètre à 1,30m inférieur à 7,5cm

Relevé floristique en forêt de bois dur

Date :
Id placette :
Opérateurs :
Heure d'arrivée
Heure de départ

Recouvrement (%):
 - arboré (A)
 - arbustif (a)
 - herbacé haut (h)
 - herbacé bas

	A	a	h
Acer campestre			
Acer negundo			
Acer platanoides			
Acer pseudoplatanus			
Alnus glutinosa			
Cornus sanguinea			
Corylus avellana			
Crataegus monogyna			
Evonymus europaeus			
Fraxinus angustifolia			
Fraxinus excelsior			
Juglans regia			
Ligustrum vulgare			
Lonicera periclymenum			
Lonicera xylosteum			
Malus sylvestris			
Morus alba			
Populus alba			
Populus canescens			
Populus nigra			
Populus x-canadensis			
Prunus avium			
Prunus cerasifera			
Prunus domestica			
Prunus mahaleb			
Prunus spinosa			
Quercus humilis			
Quercus ilex			
Quercus robur			
Rhamnus cathartica			
Robinia pseudoacacia			
Rubus caesius			
Rubus fruticosus			
Rubus ulmifolius			
Salix alba			
Salix caprea			

	A	a	h
Sambucus nigra			
Tilia platyphyllos			
Tilia tomentosa			
Ulmus glabra			
Ulmus minor			
Viburnum lantana			
Viburnum opulus			
Clematis vitalba			
Hedera helix			
Humulus lupulus			
Tamus communis			
Vitis vinifera			
Bryonia dioica			
Parthenocissus quinquefolia			

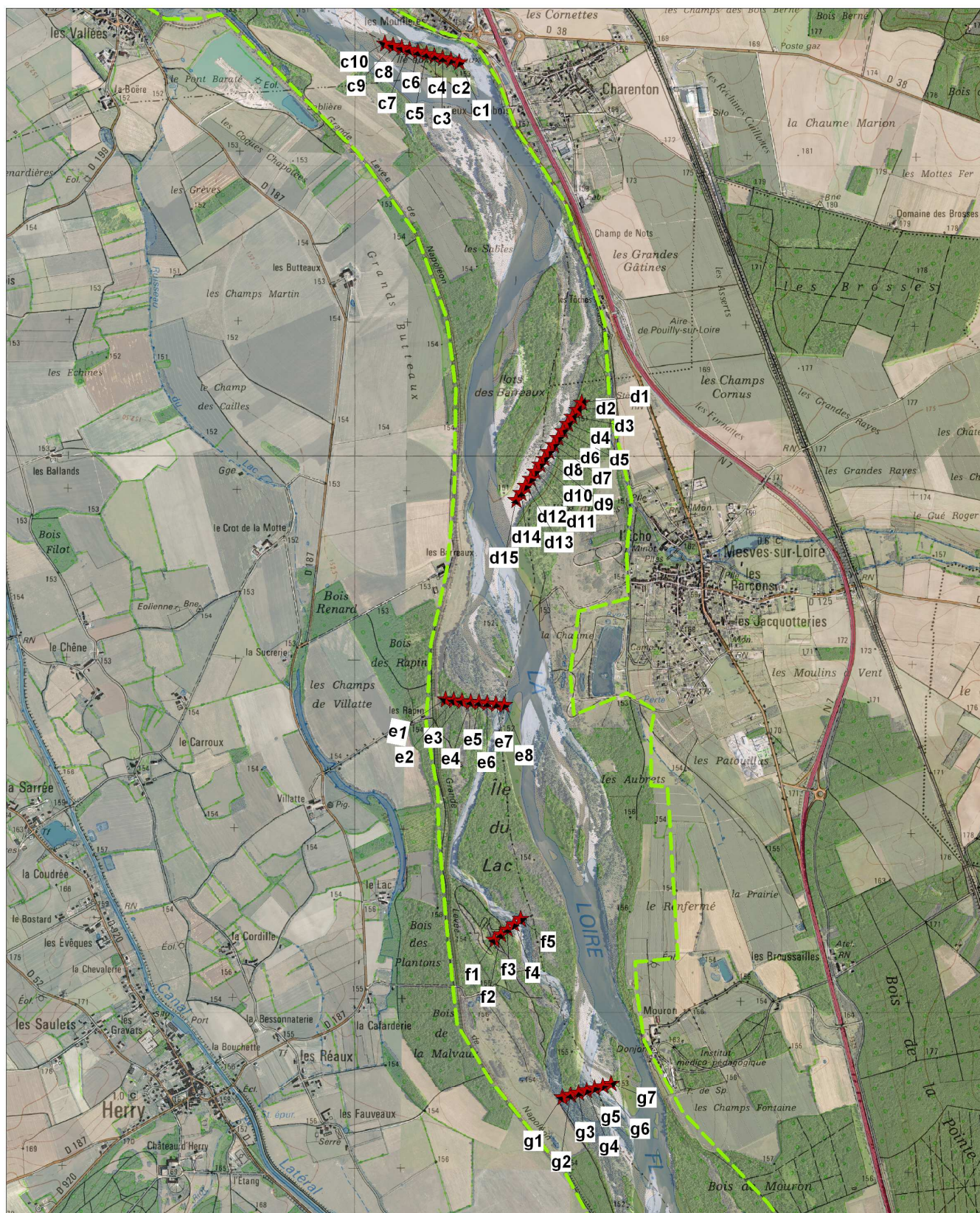
	h
Achillea ptarmica	
Adoxa moschatellina	
Aegopodium podagraria	
Ailanthus altissima	
Ajuga reptans	
Alliaria petiolata	
Allium schoenoprasum	
Allium ursinum	
Allium vineale	
Anemone nemorosa	
Anemone ranunculoides	
Angelica sylvestris	
Aristolochia clematitis	
Arum italicum	
Arundo donax	
Aster x-salignus	
Brachypodium sylvaticum	
Bromus ramosus	
Bromus sterilis	
Buddleja davidii	
Calamagrostis epigeijs	
Calystegia sepium	
Cardamine hirsuta	
Cardamine impatiens	
Cardamine pratensis	
Carduus crispus	
Carex cuprina	
Carex flacca	
Carex pendula	
Carex remota	
Chaerophyllum temulum	
Chelidonium majus	
Circaea lutetiana	
Cirsium arvense	
Cirsium vulgare	
Conyza sumatrensis	
Corydalis solida	
Cucubalus baccifer	
Deschampsia cespitosa	
Elytrigia repens	
Equisetum arvense	
Equisetum hyemale	
Equisetum telmateia	
Erigeron annuus	
Eupatorium cannabinum	
Euphorbia amygdaloides	
Euphorbia stricta	
Ficus carica	
Filipendula ulmaria	

	h
Galeopsis tetrahit	
Galium aparine	
Galium mollugo	
Geranium molle	
Geranium robertianum	
Geum urbanum	
Glechoma hederacea	
Heracleum sphondylium	
Hesperis matronalis	
Impatiens balfouri	
Impatiens parviflora	
Iris foetidissima	
Iris pseudacorus	
Lamium maculatum	
Lamium purpureum	
Lapsana communis	
Laurus nobilis	
Ligustrum lucidum	
Lithospermum officinale	
Lunaria annua	
Lycopus europaeus	
Lysimachia nummularia	
Parietaria officinalis	
Phalaris arundinacea	
Phragmites australis	
Poa nemoralis	
Poa pratensis	
Poa trivialis	
Polygonum lapathifolium	
Primula elatior	
Primula vulgaris	
Ranunculus auricomus	
Ranunculus ficaria	
Reynoutria sachalinensis	
Ribes rubrum	
Roegneria canina	
Rosa arvensis	
Rosa canina	
Rubia peregrina	
Rumex conglomeratus	
Rumex sanguineus	
Ruscus aculeatus	
Saponaria officinalis	
Scrophularia nodosa	
Solanum dulcamara	
Solidago gigantea	
Sonchus asper	
Sophora japonica	
Stachys sylvatica	

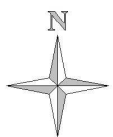
	h
Stellaria media	
Symphoricarpos alba	
Taraxacum officinale	
Thalictrum thalictroides	
Torilis arvensis	
Torilis japonica	
Urtica dioica	
Valeriana officinalis	
Verbena officinalis	
Veronica cymbalaria	
Veronica hederifolia	
Viola hirta	
Viola reichenbachiana	
Viscum album	

Rappel coefficients A/D Braun-Blanquet : + : <5% et disséminée, 1 : <5%, 2 : 5-25%, 3 : 25-50%, 4 : 50-75%, 5 : 75-100%
 *à 5% près

Annexe 6 : Carte partielle des placettes choisies en forêt de bois tendres pour l'application du protocole dans la RN du Val de Loire



Placettes PCQM
 ★
 Limite de la réserve



Annexe 7 : Fiche de terrain pour la réalisation du protocole « évaluation de l'état de conservation des forêts de bois tendres »

Grille d'évaluation des forêts de bois tendre

Site d'étude :

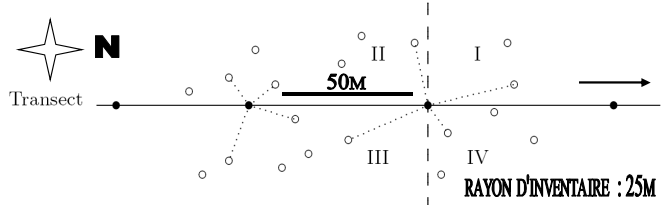
Date du relevé :

Nom du rédacteur :

Numéro du transect :

Nom du fichier GPS : xx numéro du transect
(NomSite.BTxxyy) yy numéro de la placette

Code CB : xx-xx



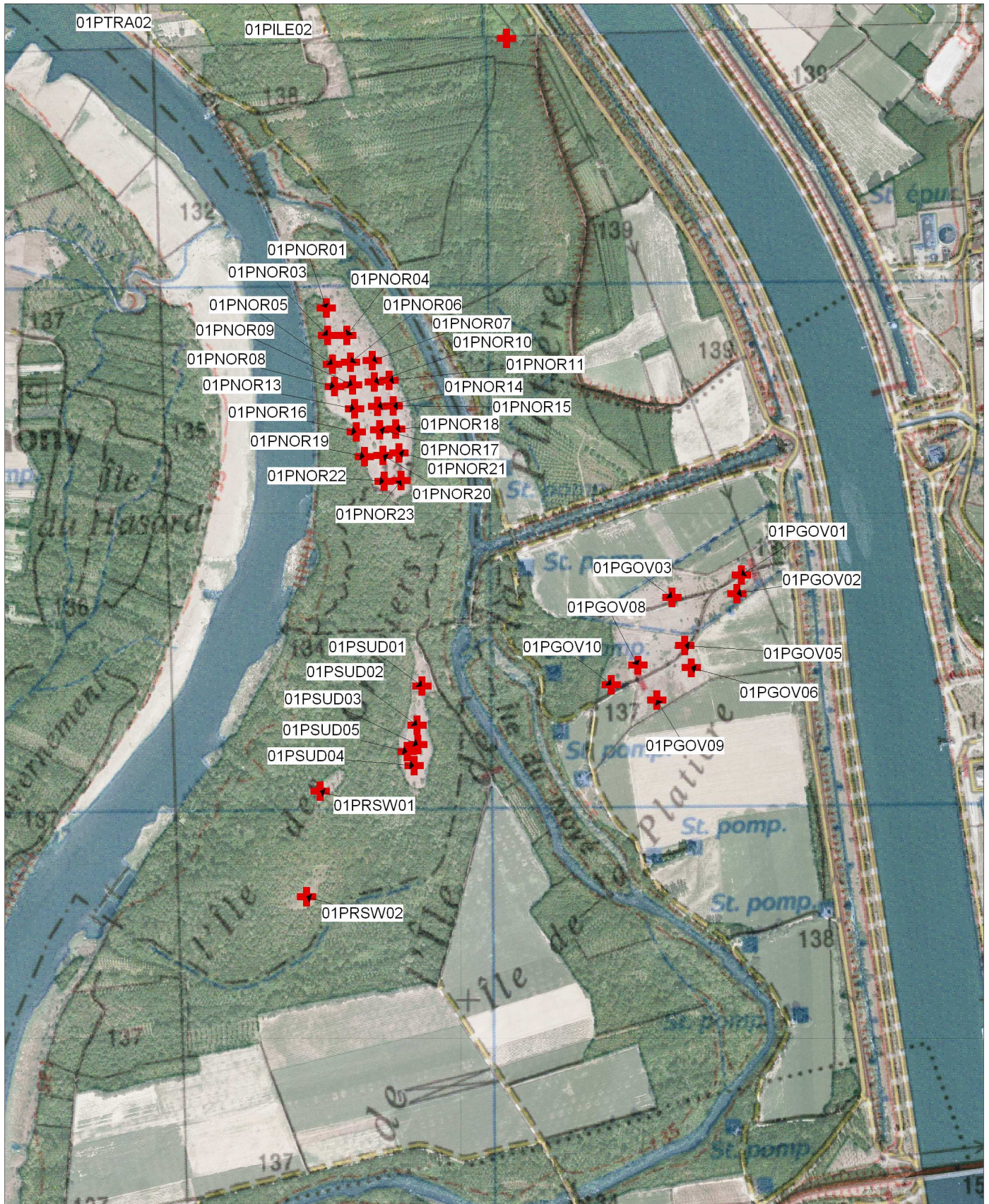
Heure d'arrivée sur le transect :

Heure de départ du transect :

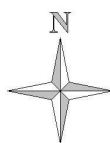
Numéro du point	Heure d'arrivée	Heure de départ	Quadrat	Arbres (> 2m)			Régénération ligneuse (semis < 2m)		Exogènes herbacées (espèces, % total) (2)
				Espèce	Distance (m) (1)	Hauteur (2-5m, 5-10m, 10-20m, >20m)	Espèce	Distance (m) (1)	
1			I						
			II						
			III						
			IV						
2			I						
			II						
			III						
			IV						
3			I						
			II						
			III						
			IV						
4			I						
			II						
			III						
			IV						
5			I						
			II						
			III						
			IV						
6			I						
			II						
			III						
			IV						
7			I						
			II						
			III						
			IV						
8			I						
			II						
			III						
			IV						
9			I						
			II						
			III						
			IV						
10			I						
			II						
			III						
			IV						
11			I						
			II						
			III						
			IV						
12			I						
			II						
			III						
			IV						

(1) noter ">" si aucun individu n'est observé dans un rayon de 25 m
(2) exogènes herbacées : % de recouvrement exprimé sur une surface de 100 m²

Annexe 8 : Carte partielle des points de suivi prairies dans la RN de l'Île de la Platière



Points de suivi des prairies



0 200 400



Mètres

Annexe 9 : Tableau synthétisant les résultats du diagnostic de la fonctionnalité de l'hydrosystème pour neuf réserves naturelles, soumis aux avis des conservateurs des réserves

Evaluation du niveau de fonctionnalité des hydrosystèmes des Réserves Naturelles Fluviales

La démarche consiste à comparer l'état actuel des hydrosystèmes Rhin, Loire et Rhône dans les réserves naturelles à un état de "référence", considéré comme l'état initial (avant les travaux d'aménagements) (Pecheur, 2008).

Pour cela, différents critères et indicateurs participant à la fonctionnalité de l'hydrosystème ont été distingués. Pour chaque réserve et chacun des indicateurs, une note sur 3 est attribuée : de 0 quand l'indicateur est altéré par rapport à l'état initial à 3 quand l'indicateur n'est pas altéré. Des coefficients pondèrent ensuite les indicateurs selon leur importance relative pour retrouver le cadre géomorphologique originel, ils ont les mêmes valeurs pour toutes les réserves sauf pour l'étiage dans la réserve du Val de Loire.

Pour chaque réserve, un écart est ensuite calculé entre la note maximale potentielle (si tous les indicateurs avaient une note de 3) et la note obtenue (calculée grâce aux notes individuelles de chaque indicateur et aux coefficients). Cet écart évalue l'état de fonctionnalité de l'hydrosystème par rapport à l'état initial, sa valeur peut être comparée entre réserves.

Explication

Plus l'écart est faible, plus la fonctionnalité de l'hydrosystème est proche de l'état attendu. Pour les notes comprises entre 75 et 100%, l'état est qualifié de "mauvais, dégradé". Pour les notes comprises entre 50 et 75%, l'état est dit "moyen". Enfin, pour les notes comprises entre 25 et 50% et 0 et 25%, les états sont respectivement "bon" et "optimal".

Les ouvrages consultés pour établir les tableaux sont les plans de gestion des réserves, la réflexion de Michelot (1994) sur la gestion et le suivi des milieux fluviaux - l'expérience des réserves naturelles, les orthophotos de la BD Ortho fournis par RNF, les études géomorphologiques locales, les sites internet du serveur ADES, de SANDRE et Eau Rhône-Méditerranée-Corse.

Critères	Indicateurs	RHIN								LOIRE				RHONE					
		Delta de la Sauer		Offendorf		Ile du Rohrschollen		Forêt d'Erstein		Ile de Rhinau		Val de Loire		Saint-Mesmin		Ile de la Platière		Iles du Haut-Rhône	
		coeff.	note	coeff.	note	coeff.	note	coeff.	note	coeff.	note	coeff.	note	coeff.	note	coeff.	note	coeff.	note
FLUX LIQUIDES	Action morphogénique des crues	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	2	1	2	1	0	1	0
	Inondation	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2
	Etiage	0,5	2	0,5	2	0,5	0	0,5	1	0,5	1	1	2	0,5	0	0,5	0	0,5	1
	Profondeur de la nappe phréatique	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1
	Battement de la nappe	1	2	1	0	1	0	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2
FLUX DE MATIERE	Charge de fond	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	2	
	Charge en suspension	0,5	1	0,5	0	0,5	1	0,5	1	0,5	1	0,5	2	0,5	3	0,5	1	0,5	2
	Flux de matière organique	0,5	0	0,5	0	0,5	1	0,5	0	0,5	0	0,5	3	0,5	3	0,5	1	0,5	1
QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE	Pollution organique et eutrophisante	0,5	0	0,5	1	0,5	1	0,5	1	0,5	1	0,5	1	0,5	2	0,5	2	0,5	2
	Pollution par micropolluants toxiques Grands migrateurs	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	1	0,5	2	0,5	1	0,5	2
CONNEXIONS BIOLOGIQUES	piscicoles à l'échelle du bassin versant	0,5	2	0,5	2	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	2	0,5	2	0,5	0	0,5	0
	Connexions biologiques locales	0,5	0	0,5	0	0,5	1	0,5	0	0,5	0	0,5	3	0,5	2	0,5	0	0,5	1
	Note obtenue	7,5		5,5		4,0		5,5		4,5		17,0		16,0		6,5		11,5	
	Note maximale potentielle	25,5		25,5		25,5		25,5		25,5		27,0		25,5		25,5		25,5	
	Ecart	71%		78%		84%		78%		82%		37%		37%		75%		55%	
	Etat de conservation	Etat moyen		Etat mauvais, dégradé		Etat mauvais, dégradé		Etat mauvais, dégradé		Etat mauvais, dégradé		Bon état		Bon état		Etat moyen		Etat moyen	

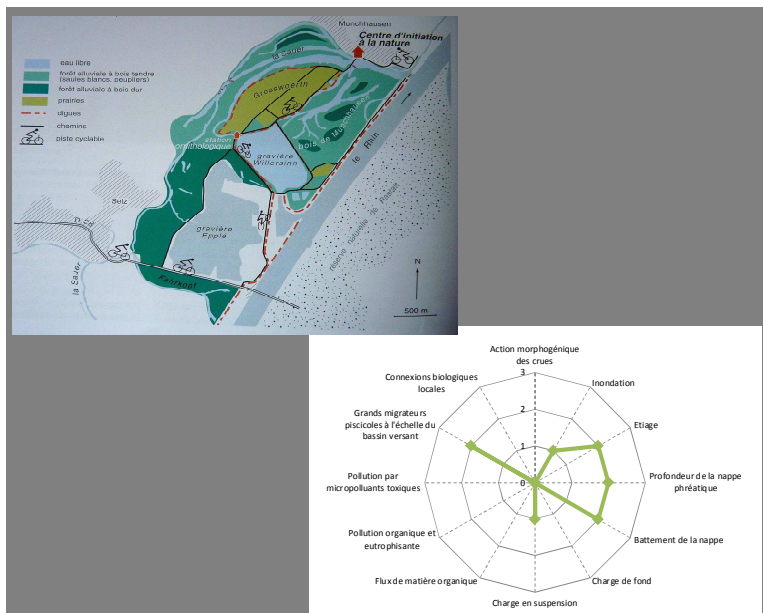
évaluation :

ECART	Etat de conservation
0-25%	Etat optimal
25-50%	Bon état
50-75%	Etat moyen
75-100%	Etat mauvais, dégradé

Annexe 10 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de la fonctionnalité de l'hydrosystème pour la réserve naturelle du Delta de la Sauer

DELTA DE LA SAUER 490 ha

Historique : La première phase de travaux sur le Rhin a consisté en un réajustement du profil en long du Rhin par un creusement du lit. La seconde phase a entraîné une baisse du toit de la nappe alluviale et une déconnexion partielle de la plaine alluviale. Avant les travaux de rectification du 19ème siècle (rehaussement des digues et d'installation du barrage à clapet), l'état du fleuve (état de référence, d'après le plan de gestion) se caractérisait par l'action de crues dynamiques, morphogènes, entretenant le renouvellement des habitat, par le maintien d'inondations régulières et le maintien des battements de la nappe phréatique. Contexte : Dans la réserve du Delta de la Sauer, les peuplements végétaux ont conservé une dynamique naturelle en raison du maintien de la dynamique fluviale, bien qu'atténuée. On observe très nettement stades pionniers, post-pionniers et terminaux du cycle sylvigénétique.



Indicateurs	COEFFICIENT MULTIPLICATEUR	NOTE ATTRIBUEE
Action morphogénique des crues	1	0
Inondation	1	1
Etiage	0,5	2
Profondeur de la nappe phréatique	1	2
Battement de la nappe phréatique	1	2
Charge de fond	1	0
Charge en suspension	0,5	1
Flux de matière organique	0,5	0
Pollution organique et eutrophisante	0,5	0
Pollution par micropolluants toxiques	0,5	0
Grands migrateurs piscicoles à l'échelle du bassin versant	0,5	2
Connexions biologiques locales	0,5	0

Jusqu'aux travaux d'aménagements hydrauliques du 19ème siècle, les crues du Rhin déposaient des alluvions dans un lit mineur et moyen tandis que le lit majeur n'était touché qu'en période de crue exceptionnelle. Depuis, les crues érosives ont disparu et leur capacité morphogénique a été fortement diminuée. Une conséquence est notamment que la saulaie se régénère mal, les arbres atteignent leur limite d'âge (100 ans) et ne sont pas remplacés.

La réserve se situe au niveau de la confluence Rhin/Sauer. Le delta de la Sauer a conservé son caractère naturel d'inondabilité car il est situé en aval du barrage d'Iffezheim. Au contraire, il n'est que très rarement inondé par le Rhin. Les inondations dans la réserve ont plusieurs origines (d'après le plan de gestion page 19) : une remontée de nappe par pression des eaux du Rhin en période de hautes eaux, des inondations directes des eaux de la Sauer quand celle-ci est en crue, des inondations par les eaux du Rhin qui remontent par l'embouchure ou la conjonction des trois phénomènes lors de conditions climatiques qui se juxtaposent.

Le régime est dit nival (hautes eaux d'été de mai à août et basses eaux d'automne et d'hiver d'octobre à janvier) (page 27). Les crues se distinguent avec un régime de hautes eaux avec une crue estivale (résultant de la fonte des neiges), un régime de basses eaux en hiver (du fait des précipitations stockées sous forme de neige) et des crues exceptionnelles, aléatoires, plus fréquentes en hiver (à cause d'évènements climatiques locaux : orages ou pluies).

Deux piézomètres (Salzlecke au sud de la réserve et Munchhausen à l'aval) permettent de mesurer les battements de la nappe (page 18). Le niveau de la nappe ne semble pas avoir été modifié au cours des années. Valeurs chiffrées pour le 1er piézomètre (de 1984 à 1999) : peu de changements (côte 111,5 à 112 m IGN 69) et pour le 2e piézomètre (de 1964 à 1999) : peu de variations (côte 109,2 à 110 m IGN 69).

D'après les données piézométriques disponibles (page 18), le battement moyen de nappe est de 2m (entre 1958 et 1999) ou 2,3m (entre 1965-1999). Celui-ci a été peu modifié par rapport à l'état de référence.

Peu d'informations

Le site présente un **envasement généralisé** (page 18).

Un **inventaire systématique des embâcles** a été réalisé sur la Sauer, avec la distinction de trois catégories d'embâcles : type 1 (embâcles localisés sur la rive et de faible extension sur le chenal), type 2 (embâcles se prolongeant de la rive jusqu'au milieu du chenal) et type 3 (embâcles gênant l'écoulement sur toute la longueur du chenal). Pas d'informations sur le Rhin : présence d'embâcles

Les analyses physico-chimiques et phytosociologiques de 1991-1992 (Douard, Eglin, Trémolières) et de 2000 (ULP/ENGEES) montre un taux de matière organique important dans l'eau. (page 21 et annexe 7)

Les facteurs limitants sont les concentrations en ammonium (proches de 60microg/l pour certaines stations), en nitrates (supérieur à 1,5mg/l pour certaines stations), phosphates (proches de 100microg/l pour certaines stations).

Barrage mobile en amont de la réserve et barrage d'Iffezheim en aval (avec passe à poissons)

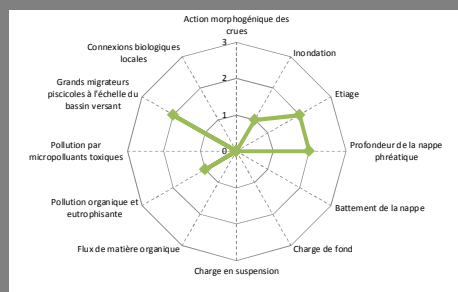
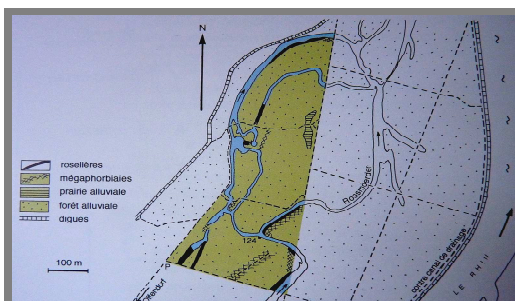
71%
Etat moyen

Annexe 11 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de la fonctionnalité de l'hydrosystème pour la réserve naturelle de la Forêt d'Offendorf

FORET D'OFFENDORF 60 ha

Historique : Autrefois, le Rhin "sauvage" traçait son cours entre îlots et lacs de cours d'eau (tresses et anastomoses), sans cesse remodelé au gré des crues du fleuve. Les aménagements du Rhin aux 19ème et 20ème siècles ont consisté en la rectification du cours du Rhin par Tulla (1863) (enrochements de digues de basses eaux et digues de hautes eaux) puis la régularisation du cours d'eau par la création d'un chenal navigable même en période de basse eaux et enfin la construction du grand canal d'Alsace, terminé en 1977. Les modifications engendrées sont profondes : baisse du niveau de la nappe phréatique, assèchement des terres agricoles, très faible débit pour le vieux Rhin (20-30 m³/s), supprimant ainsi la fonctionnalité des écosystèmes rhénans.

Contexte : La vallée d'Offendorf est aménagée depuis plus d'un siècle, toute possibilité de divagation du fleuve a été supprimée, réduisant ainsi son parcours et surcreusant le lit. La réserve naturelle est installée sur un banc de graviers (île du Rossmoerder). La forêt alluviale a perdu toute dynamique fluviale et la fréquence d'inondation y est presque nulle. La nappe reste accessible aux racines des arbres, mais son battement a été considérablement atténué à la suite de la canalisation du Rhin. La situation de la réserve laisse la possibilité technique de réinonder la forêt dans le futur. Le programme LIFE "Rhin vivant", par des travaux de renaturation écologique, vise à améliorer les facteurs de fonctionnalité de l'hydrosystème.



Indicateurs	COEFFICIENT MULTIPLICATEUR	NOTE ATTRIBUEE	
Action morphogénique des crues	1	0	Avant les travaux de correction du Rhin, la géomorphologie fluviale était caractérisée par un lit très mobile, l'existence de grandes îles, la mobilisation d'importants bancs de sables et de graviers et l'existence de zones d'atterrissement. Les aménagements ont supprimé toute possibilité d'érosion, les crues morphogènes du Rhin canalisé ont disparu (page 39), provoquant l'arrêt des transports des sédiments grossiers (graviers). Au plus, les plus forts débits peuvent nettoyer certains tronçons du Rossmoerder.
Inondation	1	1	A l'époque, des inondations par remontée de nappe étaient possibles, caractérisées par leur fréquence et leur durée. Aujourd'hui, on note la suppression des inondations sur cette réserve, la forêt est stabilisée (perte des milieux ouverts favorables aux espèces pionnières) (page 36). Lors des crues, des vannes peuvent faire entrer dans la réserve des eaux de l'III, mais aussi des eaux du Rhin, ce débit ne suffit toutefois pas à inonder la forêt, seuls les fonds sont inondables par des eaux de surface ou les remontées de nappe. Plusieurs inondations ont eu lieu dans la réserve en relation avec les travaux du projet LIFE (page 50).
Etiage	0,5	2	Régime de type nival : hautes eaux d'été et basses eaux d'automne et d'hiver (courbe page 48 débits annuels du Rhin 1808-1990).
Profondeur de la nappe phréatique	1	2	L'abaissement de la nappe phréatique, qui reste du proche du sol, est une conséquence des aménagements : la profondeur moyenne de la nappe est environ 1m et toute la réserve a une nappe à moins de 3m. Pas de valeur de référence.
Battement de la nappe phréatique	1	0	Les battements de nappe ont été fortement réduits : de 2m à 0,50m (page 51)
Charge de fond	1	0	Surcreusement, incision du lit (profil longitudinal du Rhin dans le fossé tectonique comparé au würmien, page 16)
Charge en suspension	0,5	0	Pas d'information
Flux de matière organique	0,5	0	Présence d'embâcles mentionnée (page 55), mais manque de précisions. Note 0 car canal entretenu pour la navigation.
Pollution organique et eutrophisante	0,5	1	Huit stations d'étude (étude CEREG-CNRS-ULP, 2001) ont permis des analyses physico-chimiques de l'eau mensuelles entre 1995 et 1996 (page 57). Eaux alcalines bien minéralisées à tendance méso-eutrophe à eutrophe.
Pollution par micropolluants toxiques	0,5	0	Teneurs en azote et en phosphore marquées, sauf en amont. L'étude de l'IBGN montre une augmentation de la qualité de l'eau de l'amont vers l'aval.
Grands migrateurs piscicoles à l'échelle du bassin versant	0,5	2	10 barrages hydroélectriques pontuent le Rhin en Alsace, la réserve est donc compartimentée et déconnectée. Mais les barrages de l'Ifezheim (à l'aval) et Gamsbheim sont équipés de passe à poissons fonctionnelles.
Connexions biologiques locales	0,5	0	

78%
Etat mauvais

Annexe 12 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de la fonctionnalité de l'hydrosystème pour la réserve naturelle de l'Île du Rohrschollen

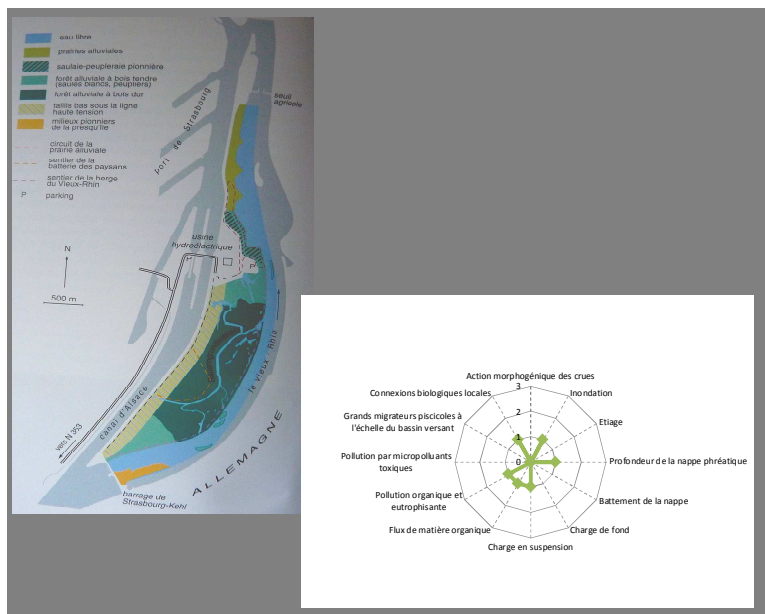
ILE DU ROHRSCROLLEN 310 ha

Historique : Le Rhin a connu trois phases d'aménagements successifs modifiant le caractère sauvage du fleuve aux crues dévastatrices et aux débits capricieux :

* au 19ème siècle (1842) : correction du fleuve par Tulla, le cantonnant dans un lit mineur de 200 m de large, entre deux digues et une digue majeure délimitée par des digues de hautes eaux. Ces travaux entraînent une élimination des méandres, un comblement des bras morts, une rupture de l'équilibre du fleuve (car augmentation de la vitesse du cours d'eau et érosion importante du lit 10cm/an)

* des travaux de régularisation (pose d'épis transversaux) visant à limiter l'érosion du lit et à améliorer la navigabilité du chenal

* la création du grand canal d'Alsace en 1925 pour la navigation et la production électrique. Ces travaux ont pour conséquence un enfouissement du lit et un abaissement de la nappe phréatique.



Indicateurs	COEFFICIENT MULTIPLICATEUR	NOTE ATTRIBUEE	
Action morphogénique des crues	1	0	Action morphogénique des crues désormais inexistante (banc de graviers en cours de végétalisation (page 65))
Inondation	1	1	Le fonctionnement du régime des inondations est interrompu depuis la canalisation et l'endiguement du Rhin. Quelques inondations de sécurité permettent de refaire fonctionner l'hydrosystème du site, en rechargeant la nappe et en déposant des alluvions fertiles, mais elles ne sont ni assez fréquentes, ni assez puissantes pour être bénéfiques.
Etiage	0,5	0	Débit d'étiage de 15m3/s
Profondeur de la nappe phréatique	1	1	La profondeur de la nappe est en moyenne de 1m , elle est donc relativement proche de la surface (page 17) et plutôt accessible par les arbres. Pas de données de référence d'avant les aménagements.
Battement de la nappe phréatique	1	0	Les battements de la nappe sont beaucoup moins importants qu'autrefois : de 3m auparavant à 15-40cm aujourd'hui (page 16).
Charge de fond	1	0	Incision, surcreusement du lit dû aux aménagements.
Charge en suspension (matières) MES	0,5	1	
Flux de matière organique	0,5	1	Présence d'embâcles sur le Rhin supposée faible (embâcles importants sur le Bauerngrundwasser)
Pollution organique et eutrophisante	0,5	1	Qualité de l'eau souterraine : les eaux contiennent très peu de nitrates, mais les concentrations en phosphate sont supérieures à celles du Rhin. En cours d'eutrophisation (pages 17 et 56).
Pollution par micropolluants toxiques	0,5	0	
Grands migrateurs piscicoles à l'échelle du bassin versant	0,5	0	Passé à poissons non fonctionnelle sur l'île du Rohrschollen, échelle à poissons sur le barrage agricole à l'aval de l'île et pas de passe à poissons au niveau de l'usine hydroélectrique(en projet pour 2015)
Connexions biologiques locales	0,5	1	Surface de la réserve inférieure à 1000ha moins de 50% du secteur fonctionnel connecté au secteur fonctionnel secteur fonctionnel connecté au reste du cours d'eau

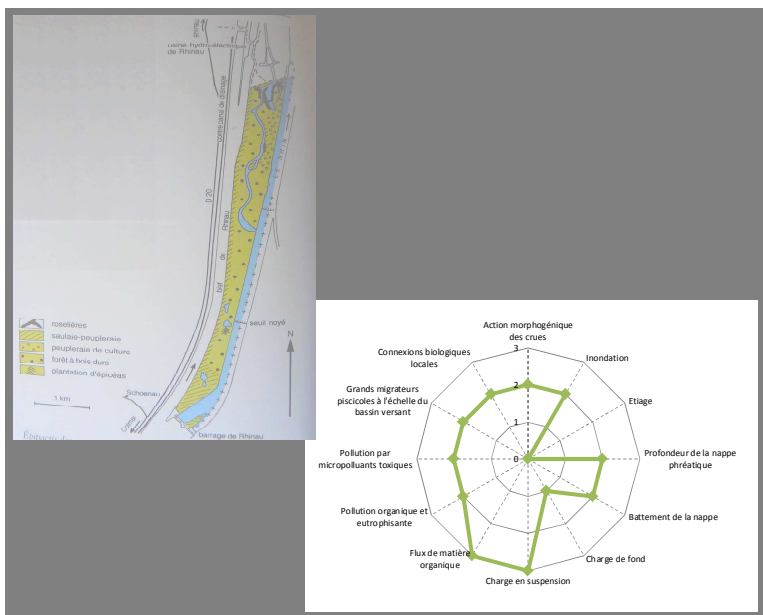
84%
Etat mauvais

Annexe 13 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de la fonctionnalité de l'hydrosystème pour la réserve naturelle de l'Île de Rhinau

ILE DE RHINAU 307 ha

Historique : On distingue trois étapes marquant le fonctionnement physique et biologique du fleuve Rhin : les travaux de Tulla (1842-1876) enserment les eaux du Rhin entre des digues de correction), ces nouvelles berges ne sont plus submergées que par les crues les plus importantes et les inondations sont limitées par la digue des hautes eaux, la régularisation (1930-1950) tente ensuite de rectifier les conséquences imprévues des travaux de rectification (baisse du niveau d'eau entravant la navigation) par la construction d'un chenal de basses eaux, enfin la canalisation (1928-1959).

Contexte : La réserve de l'île de Rhinau protège l'une des forêts alluviales "en meilleure santé" à l'échelle de la France : la nappe est accessible aux racines, les inondations restent régulières. Toutefois, la situation est loin d'être naturelle et on constate une lente dérive vers une forêt moins originale : absence de décapage des sols par les crues, diminution des hauteurs et des fréquences d'inondation, modification physico-chimiques des nappes.



Indicateurs	COEFFICIENT MULTIPLICATEUR	NOTE ATTRIBUEE
Action morphogénique des crues	1	0
Inondation	1	1
Etiaje	0,5	1
Profondeur de la nappe phréatique	1	1
Battement de la nappe phréatique	1	1
Charge de fond	1	0
Charge en suspension (matières) MES	0,5	1
Flux de matière organique	0,5	0
Pollution organique et eutrophisante	0,5	1
Pollution par micropolluants toxiques	0,5	0
Grands migrateurs piscicoles à l'échelle du bassin versant	0,5	0
Connexions biologiques locales	0,5	0

La **morphogénèse n'existe plus** (pages 36 et 63) : les bancs de graviers ont disparu, au profit des forêts à bois tendre, suite à la rectification du fleuve. Les berges du Rhin, fixées ainsi par des digues, ne sont pas susceptibles d'être érodées.

L'origine des inondations dans la réserve est triple (page 22) : remontée du toit de la nappe au-dessus de la surface du sol, débordement des eaux du Schatheu du fait de l'augmentation de son débit, débordement latéral du Vieux Rhin par dessus la digue. La durée d'inondation du site se voit réduite de 88% (pages 63-78) par rapport à la situation antérieure (cf. plan de gestion : Débit du Rhin à Kembs de 1921 à 1990). Avant les travaux de canalisation, les crues se produisaient en moyenne 15/an, aujourd'hui, l'île est inondée 2,2/an. D'après Michelot, la totalité de la réserve est encore inondable, mais avec une fréquence moindre qu'avant les aménagements. Le programme LIFE, par la mise en oeuvre de travaux de renaturation, vise à rétablir ce critère, il n'est pas pris en compte ici.

La nappe phréatique s'est abaissée suite aux travaux d'aménagements mais on ne dispose pas de valeurs initiales. Elle est située à faible profondeur (entre 1 et 4 m en période de basses eaux). D'après Michelot, la **nappe est partout à moins de 3 m de profondeur et sa profondeur moyenne est aux alentours de 1 m**.

La liaison nappe-fleuve est en partie rompue ce qui explique la diminution du battement de l'aquifère, condition essentielle à l'oxygénation des sols avec les travaux de canalisation son battement s'est vu réduit à **environ 1,5m alors qu'il était à l'origine de 2 à 3m - page 78**

Pas d'information

Pas d'information

Pas d'embâcle car entretien pour la navigation

D'après les résultats de deux campagnes de mesure (1991 et 1999) mentionnées dans le plan de gestion, les eaux du vieux Rhin sont fortement eutrophisées.

La qualité des eaux s'est fortement améliorée durant les 20 dernières années (programme d'action Rhin de 1987) grâce à une nette réduction des rejets dans le fleuve (jusqu'à -50% de l'azote total et presque -100% du phosphore) - page 25.

Echelles à poissons, à confirmer

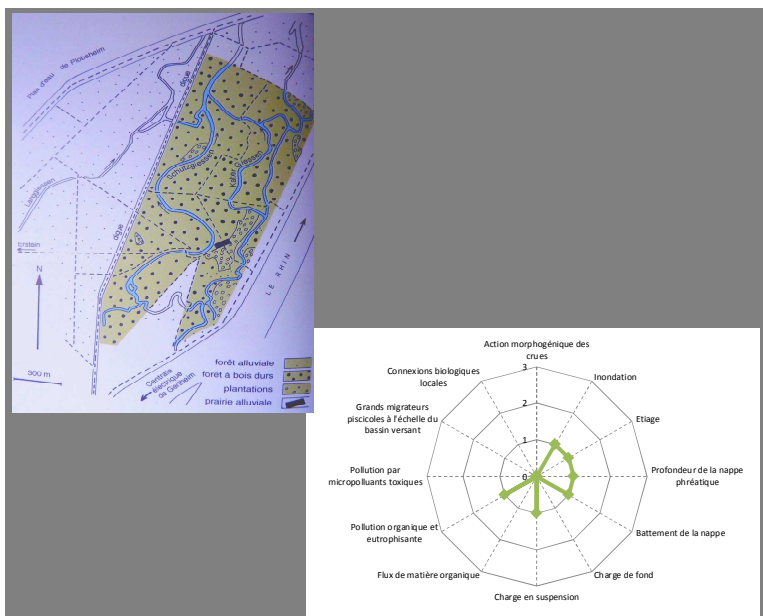
82%
Etat mauvais

Annexe 14 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de la fonctionnalité de l'hydrosystème pour la réserve naturelle de la Forêt d'Erstein

FORET D'ERSTEIN 180 ha

Historique : Le Rhin a subi trois phases d'aménagement : une rectification du cours d'eau proposé par Tulla (1842-1876) (mise en place de digues de correction puis de digues des hautes eaux), une régularisation du fleuve (1930-1950) marqué par un creusement du lit à cause de travaux de rectification, par la construction d'un chenal de basses eaux puis une canalisation (1928-1959) avec la construction du barrage de Kembs et d'un canal parallèle au fleuve pour améliorer la navigabilité et la production d'électricité. Ces travaux ont notamment eu pour conséquence une forte diminution du débit du Rhin (15m3/s).

Contexte : Située dans une vallée aménagée depuis plus d'un siècle, la forêt d'Erstein a perdu toute dynamique fluviale, la fréquence d'inondation y est aujourd'hui nulle. La nappe reste accessible aux arbres mais elle est considérée stabilisée verticalement. La situation de la réserve laisse la possibilité technique de réinonder la forêt dans le futur.



Indicateurs	COEFFICIENT MULTIPLICATEUR	NOTE ATTRIBUEE	
Action morphogénique des crues	1	0	Les aménagements du Rhin (digues de basses eaux, digues de hautes eaux, épis, berges endiguées de façon insubmersible) ont supprimé toute dynamique. Les crues ont perdu leur capacité morphogénique. (page 33)
Inondation	1	1	Les crues rhénanes sont plus fréquentes durant la saison estivale mais peuvent avoir lieu à tout moment de l'année. Elles correspondent en général à des épisodes pluvieux intenses ou prolongés. Deux types de crues dominent pour le Rhin supérieur : les crues estivales (fonte des neiges + précipitations) les plus fréquentes et les plus importantes et les crues océaniques classiques (précipitations océaniques) moins fréquentes et de plus faible intensité, de septembre à décembre. Des crues se produisaient fréquemment au 19e siècle, à des fréquences aléatoires. Elles sont atténuées depuis les aménagements du 20e siècle (une seule submersion annuelle uniquement durant les mois de juin ou juillet). Depuis 1970, la réserve n'est plus inondable.
Etage	0,5	1	Régime fluvial caractérisé par des hautes eaux d'été (mai à août) et un étiage d'octobre à janvier (débit moyen du Rhin (à Bâle) : 1049m3/s + courbe des débits à l'année, page 25)
Profondeur de la nappe phréatique	1	2	La canalisation du Rhin a entraîné une baisse de la nappe phréatique. La nappe a une profondeur moyenne de 1 m et toute la réserve a une nappe à moins de 2m du sol. Il n'est pas fait mention de valeurs initiales avant l'aménagement.
Battement de la nappe phréatique	1	1	L'état de référence correspond à des battements de nappe de 3 à 5 m, aujourd'hui, à cause des aménagements, les battements de nappe sont stabilisés à 0,6 à 2,5 m - page 32.
Charge de fond	1	0	Pas d'information
Charge en suspension (matières MES)	0,5	1	Pas d'information
Flux de matière organique	0,5	0	Absence d'embâcle car entretien pour la navigation
Pollution organique et eutrophisante	0,5	1	"Qualité des eaux qui se maintient à un bon niveau" (page 33), à préciser
Pollution par micropolluants toxiques	0,5	0	à renseigner
Grands migrateurs piscicoles à l'échelle du bassin versant	0,5	0	Système hydraulique complexe : déplacements des poissons difficile.
Connexions biologiques locales	0,5	0	La connexion est correcte SI on considère le secteur fonctionnel, au-delà de la frontière française, côté Allemagne donc. Dans ce cas, le secteur fonctionnel est vaste.

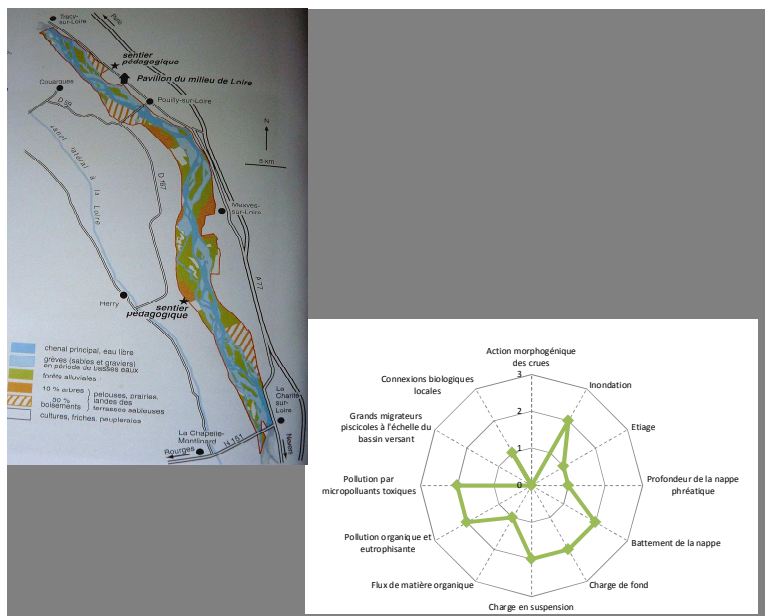
78%
Etat mauvais

Annexe 15 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de la fonctionnalité de l'hydrosystème pour la réserve naturelle du Val de Loire

VAL DE LOIRE 1454 ha

Historique : De nombreuses perturbations d'origine anthropique ont affecté le fonctionnement optimum du fleuve (équilibre entre apports liquide et charge solide). La végétalisation du bassin versant, l'extraction des granulats, les barrages et les digues privent le fleuve d'une part importante de sa recharge en sédiments (page 35). Pour compenser ce manque d'apports latéraux, le fleuve érode son lit mineur d'un phénomène d'incision et une baisse de la ligne d'eau à l'étiage et une déconnexion de certains chenaux secondaires. C'est cette principale menace qui se pose dans cette réserve.

Contexte : La réserve Val de Loire s'étend sur un linéaire fluvial de 19km. Le fleuve Loire est reconnu comme étant un fleuve encore "naturel". Le fonctionnement de l'hydrosystème permet l'expression du caractère alluvial, notamment à travers les habitats qui le composent.



Indicateurs	COEFFICIENT MULTIPLICATEUR	NOTE ATTRIBUEE
Action morphogénique des crues	1	2
Inondation	1	2
Etiage	1	2
Profondeur de la nappe phréatique	1	2
Battement de la nappe phréatique	1	2
Charge de fond	1	1
Charge en suspension (matières) MES	0,5	2
Flux de matière organique	0,5	3
Pollution organique et eutrophisante	0,5	1
Pollution par micropolluants toxiques	0,5	1
Grands migrateurs piscicoles à l'échelle du bassin versant	0,5	2
Connexions biologiques locales	0,5	3

La surface d'alluvions non boisées est encore importante sur cette réserve bien que le nombre d'îles fixées boisées soit passé de 4 en 1900 à 91 en 1960 et 123 en 2002, peu de dynamique latérale. (page 37 - rythme de croissance des formes fluviales depuis 1850 et cartes évolution des formes fluviales)

(Sources disponibles : premier plan de gestion de la réserve, cartographie ancienne de 1852, photos aériennes IGN 1949, 1957, 1973, 1993 et archives départementales, communales et du service hydrologie et voies navigables de la DDE (agriculture)) page 30, diminution de la dynamique latérale - tendance à la chenalisation

Indicateur bien conservé. Le barrage de Villerest a un rôle écreteur des crues mais **les crues inondantes existent encore.**

Le régime est de type pluvial océanique, avec une période de basses eaux de juillet à octobre et une période des hautes eaux - de novembre à mai. Les crues qui se produisent sur le bassin de plusieurs types : des crues torrentielles (événements), des crues océaniques et des crues mixtes, exceptionnelles, souvent les plus dévastatrices. On distingue des crues biennales, quinquennales, vicennales et cinquantennales (les débits correspondants sont indiqués dans le tableau page 30). La crue la plus importante de ces dernières années est celle de 2003 avec 3290 m³/s.

Le barrage de Villerest soutient l'étiage à un minimum de 60 m³/s mais l'étiage ne s'en trouve pas trop perturbé (histogramme des débits mensuels sur la Loire page 28). Le gestionnaire aimerait connaître l'impact du soutien d'étiage sur les communautés riveraines.

Manque de valeurs chiffrées. L'incision due aux prélèvements de granulats qui ont eu lieu par le passé implique un enfouissement de la nappe d'accompagnement. La ville de Bourges a installé 3 captages d'eau potable (sur les 9 présents sur la réserve) mais pas d'informations sur l'impact sur le fonctionnement de l'hydrosystème. Profondeur moyenne de la nappe à 1 m. Pas de réseau piézométrique car pas assez de personnel terrain.

Le battement de la nappe serait conservé (en absence de référence)

Le blocage par le barrage de Villerest de la charge de fond et l'extraction de granulats dans le lit mineur dans le passé entraînent une réduction de la charge de fond à l'origine d'une incision marquée du lit (de l'ordre de 1,5m). En 25 ans, l'enfoncement du chenal principal serait de 0,20m à 1,30m selon les secteurs (page 37, synthèse sur l'évolution des formes fluviales / sédimentation négative pour la bande active).

La charge en suspension (sables, limons et vases) n'est pas arrêtée par le barrage de Villerest. On possède peu d'informations sur cette charge mais elle apparaît moins altérée que la charge de fond.

Le fleuve n'étant pas entretenu pour la navigation, les embâcles sont abondants et de diverses tailles.

D'après les données des stations Fourchambault (amont) et Saint-Satur (aval) (2003-2006), la qualité de l'eau est moyenne du fait des rejets viticoles qui entraînent une pollution organique et eutrophisante. En période estivale, des proliférations algales et des mécanismes d'eutrophisation sont observées. Toutefois, la qualité de l'eau est en nette amélioration depuis quelques années.

Concernant les matières azotées, les nitrates et les matières phosphorées, la qualité de l'eau est bonne à passable dans les 2 stations (2003-2006). La concentration en nitrates constitue le paramètre le plus défavorable. Les données donnent des concentrations en pesticides dans l'eau (altération des potentialités pour la production d'eau potable) : diuron, atrazine, alachlore et PCB. Toutefois, la qualité de l'eau est en nette amélioration depuis quelques années.

Le seuil de la centrale de Belleville situé en aval (hors réserve) présente une passe à poissons fonctionnelle.

La RN correspond aux 4 critères choisis

37%
Bon état

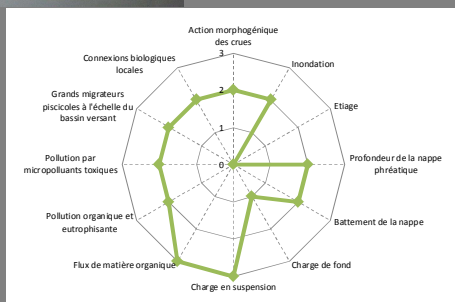
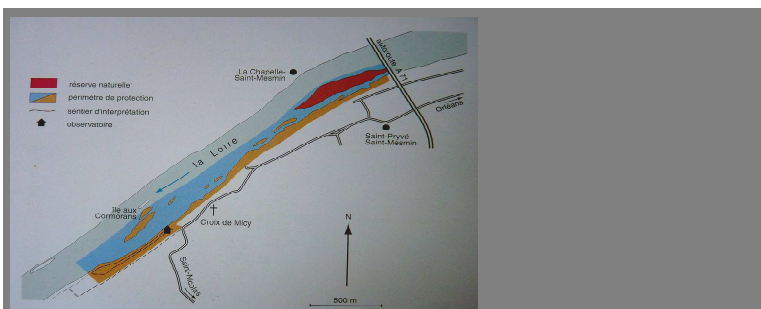
Annexe 16 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de la fonctionnalité de l'hydrosystème pour la réserve naturelle de Saint-Mesmin

SAINT MESMIN 263 ha

Historique : Avant le Moyen-Âge et la construction des premières turcies et levées de protection, la Loire était un fleuve impétueux, aux étiages sévères et aux crues imprévisibles, modelant berges, îles et îlots. Malgré les endiguements, les ouvrages destinés à favoriser la navigation et les ouvrages de protection contre les crues menés au milieu du 19ème siècle, la Loire reste l'un des derniers fleuves sauvages d'Europe dont la morphologie se modifie au gré des crues et des étiages.

Les principales menaces sont les érosions et les dépôts localisés (léger accroissement de la pointe aval de l'île), les barrages modifiant le débit (soutien d'étiage), les endiguements contre les inondations et les levées insubmersibles mais poreuses, le chenal de navigation, entouré d'enrochements insubmersibles et les extractions importantes en lit mineur, après 1945 (stoppés depuis un an).

Contexte : La réserve protège un tronçon de 9km de Loire. L'île de Saint-Mesmin est une île haute et stable, entièrement végétalisée. Cette stabilité est peut-être partiellement naturelle, mais elle a été renforcée par les impacts de la construction du chenal navigable, de la pile de pont autoroutier ou des extractions de graviers.



Indicateurs	COEFFICIENT MULTIPLICATEUR	NOTE ATTRIBUEE	
Action morphogénique des crues	1	2	La carte de 1850 montre que la grève est toujours présente, mais a peu évolué. Les photographies aériennes de 1850, 1955 et 2006 montrent une stabilité décennale . C'est le développement des ligneux favorisé par l'abaissement du lit de la Loire qui a permis à l'île de se stabiliser.
Inondation	1	2	La Loire présente des fluctuations saisonnières de débit bien marquées (hautes eaux d'hiver et début printemps, basses eaux d'été). Ces irrégularités de débits permettent au fleuve de conserver une dynamique très marquée. On distingue trois types de crues : cévenoles, océaniques et mixtes. La perturbation du régime des inondations est faible. L'île est inondée complètement par les crues biannuelles et tous les bancs entourant l'île ne sont exondés que deux mois par an .
Etiage	0,5	0	Les barrages situés en amont Villerest et Naussac ont pour objectif de maintenir un débit d'étiage minimum (60 m3/s) (page 21) nécessaire au bon fonctionnement des centrales nucléaires refroidies par les eaux de la Loire. L'étiage est donc perturbé .
Profondeur de la nappe phréatique	1	2	Un piézomètre, situé dans le secteur le mieux conservé de la forêt alluviale de Courpain, indique que la nappe se trouve à une profondeur de 1,90m à son niveau le plus bas. D'après Michelot, la profondeur moyenne de la nappe est 1,5m environ. Sur toute la réserve, la nappe est à moins de 3m du sol . La conséquence de l'enfoncement de la nappe (incision du lit dû aux endiguements) est que la ripisylve est moins bien alimentée.
Battement de la nappe phréatique	1	2	Le battement de la nappe phréatique est faiblement perturbé.
Charge de fond	1	1	Les anciens ouvrages et les extractions massives de matériaux ont provoqué une incision du lit entre 1,5 et 2m au niveau de la réserve en un siècle. L'incision s'accompagne de comblement des annexes hydrauliques et des chenaux secondaires (pages 22 et 49). Il y a donc une forte diminution de la charge de fond.
Charge en suspension (matières) MES	0,5	3	La charge en suspension est stable à l'échelle de la réserve.
Flux de matière organique	0,5	3	On note une présence importante d'engorgements .
Pollution organique et eutrophisante	0,5	2	Les données de la station située à 7km à l'aval de la réserve (page 23) indique que le fonctionnement biologique de la Loire est dégradé mais fluctuant (passable, bon, très bon) en raison du surcreusement du lit et de l'abaissement des lignes d'eau. Une amélioration est constatée depuis 1997. Concernant les macropolluants (matières organiques, matières azotées, nitrates), la qualité est de moyenne à bonne.
Pollution par micropolluants toxiques	0,5	2	Concernant les micropolluants (micropolluants minéraux, pesticides), la qualité de l'eau est bonne à très bonne mais parfois non déterminée (insuffisance de données). D'après Michelot, la réserve est située hors classe sur la grille de l'agence de l'eau (eau impropre à tout usage). Depuis 1998, l'évolution est positive dans le secteur aval avec deux nouvelles stations d'épuration depuis 1993 (bientôt 3) sur l'agglomération orléanaise.
Grands migrateurs piscicoles à l'échelle du bassin versant	0,5	2	La rivière Loiret est de deuxième catégorie piscicole, l'intérêt piscicole est élevé sur le cours aval (au niveau de la réserve) mais le contexte cyprinicole est très dégradé en amont. Le barrage avec passe à poissons est fonctionnelle (page 50)
Connexions biologiques locales	0,5	2	Le pont de l'autoroute A71 a un impact sur les oiseaux migrateurs. Les réponses sont, dans l'ordre, non, oui, oui, oui.

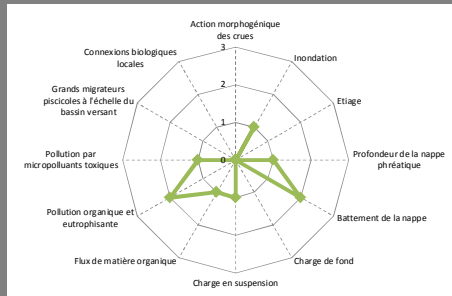
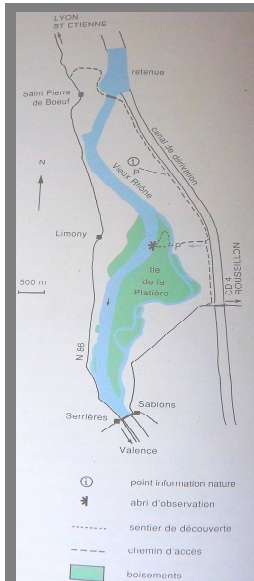
37%
Bon état

Annexe 17 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de la fonctionnalité de l'hydrosystème pour la réserve naturelle de l'Île de la Platière

ILE DE LA PLATIERE 648 ha

Historique : Le Rhône a subi deux principaux types d'aménagements : * des endiguements submersibles d'enrochement au 19ème siècle, destinés à améliorer les conditions de navigation, provoquant un arrêt des érosions latérales, une incision du lit, un assèchement des bras latéraux * des aménagements à buts multiples (hydroélectrique, navigation, agriculture) de la CNR en 1977 avec un système de dérivation et des digues insubmersibles. Ces aménagements ont eu pour conséquences directes une baisse de la ligne d'eau et des nappes, le blocage du débit solide, des obstacles aux migrations des poissons... et pour conséquences indirectes des défrichements. En amont de la réserve, des barrages réservoirs modifient le régime et bloquent la charge.

Contexte de la réserve : La réserve porte sur la retenue et le Rhône court-circuité ("Vieux Rhône"), où ne transite hors crue qu'un débit réservé (10 à 20 m3/s). Le milieu fluvial y est profondément artificialisé et la fonctionnalité de l'hydrosystème n'est pas correct : blocage complet du ressage, flux d'eau fortement perturbé, enfouissement des nappes, transport de matière altéré, connexions biologiques limitées... Le milieu reste toutefois fluvial, principalement grâce aux crues qui inondent encore régulièrement l'ensemble de la réserve. Les habitats alluviaux tendent par conséquent à évoluer vers d'autres habitats, indépendants de ce fonctionnement.



Indicateurs	COEFFICIENT MULTIPLICATEUR	NOTE ATTRIBUEE
Action morphogénique des crues	1	0
Inondation	1	1
Etiage	0,5	0
Profondeur de la nappe phréatique	1	1
Battement de la nappe phréatique	1	2
Charge de fond	1	0
Charge en suspension (matières) MES	0,5	1
Flux de matière organique	0,5	1
Pollution organique et eutrophisante	0,5	2
Pollution par micropolluants toxiques	0,5	1
Grands migrateurs piscicoles à l'échelle du bassin versant	0,5	0
Connexions biologiques locales	0,5	0

D'après les cartes d'occupation des sols, la surface en gravier nu est plutôt stable (à l'exception de 1978 du fait des travaux CNR) depuis 1860 (autour de 5-10ha). Cela s'explique par un faible transit de graviers qui, couplé à l'entretien mécanique ou pastoral des grèves, fait illusion. La situation actuelle se caractérise par une diminution des occurrences des débits morphogènes, un lit corseté par les endiguements rapprochés et continus du 19e siècle qui empêchent tout renouvellement des formes fluviales. **Les berges du Rhône sont donc aujourd'hui totalement fixées**, seules quelques portions de îones peuvent être érodées.

Le régime des inondations (fréquence et durée) a diminué depuis l'aménagement CNR (1977). Avant l'aménagement, la plaine était complètement inondée 5j/an en moyenne, aujourd'hui elle est inondée moins d'1j/an (d'après la courbe des débits classés, page 21). Il subsiste néanmoins des zones basses inondées régulièrement et longtemps. Les crues de retour 1-2 ans ne concernent que le lit mineur mais les crues de retour 10ans concernent 99% de la réserve.

L'aménagement CNR a provoqué un étiage exacerbé : avant l'aménagement, l'étiage était de 250 m3/s pendant deux mois alors qu'il est de 10-20 m3/s pendant dix mois aujourd'hui (d'après la comparaison des lignes d'eaux d'étiage 1856-1962 et effet de l'aménagement Girardon, page 21).

Peu de paléo-chenaux sont maintenant connectés et peu de secteurs voient le niveau de la nappe passé au-dessus du plancher de gravier. Le suivi piézométrique permet de distinguer cinq périodes : avant 1977 où la nappe ne descend qu'exceptionnellement sous 132m, de 1977-1988 : la dérivation du fleuve se traduit par un enfouissement 0,5-0,8m, de 1989-1992 : le colmatage du fleuve réduit les apports d'où un enfouissement de 1m, de 1992-1998 : la réalimentation de la îone permet un relèvement de la nappe de 0,5m, après 1999 : la réduction des pompages industriels permet un relèvement de la nappe de quelques décimètres (page 24). Aujourd'hui, la tendance du relèvement de la nappe se poursuit grâce à la réduction des pompages industriels. **D'après Michelot, la profondeur moyenne de la nappe est à 4-6m** (hors lit mineur) et 30% des milieux terrestres de la réserve possèdent une nappe à moins de 3m du sol.

Le battement de la nappe est resté, il a même été amplifié par le débit réservé et avoisine les 4-5m (page 24).

L'étude globale pour une stratégie de réduction des risques de crues (étude du transport solide de 2000 par le bureau d'études SOGREAH) a montré que le fleuve est passé de la classe 25 000-50 000 m3/an (secteur de charriage faible) avant 1977 à 5 000-10 000 m3/an. La charge de fond a donc fortement diminué, d'autant plus que le secteur de l'île de la Platière est assez éloigné des sources de charge de fond (Jura, Massif Central).

La charge en suspension est faiblement altérée au niveau de la réserve. Toutefois, à l'échelle du fleuve, on est passé de 30 Mt/an au début du 20e siècle à 20 Mt/an en 1950 puis 10 Mt/an maintenant à cause des aménagements RTM et CNR et à la création des barrages réservoir.

Le taux de boisement en progression explique une augmentation du flux de bois mort. Les embâcles sont souvent issus de l'entretien plutôt que de la dynamique naturelle, ils sont de taille petite à moyenne et ne se retrouvent pas dans le lit du fleuve.

D'après les mesures SEQ-Eau effectuées entre les deux stations de mesure situées à 20km en amont et en aval, la qualité d'eau de la réserve est **bonne, la quantité de nitrates étant le paramètre limitant** (page 26).

La qualité de l'eau en terme de pollution par micropolluants toxiques (micropolluants minéraux et hydrocarbures aromatiques polycycliques - classe 2 de l'agence de l'eau) est **passable**.

Il n'existe plus de migrateurs dans la réserve (alose, lamproie). L'anguille subsiste mais le rôle des alevins ne peut être exclu.

La réserve fait moins de 1000ha, elle représente environ 50% du secteur fonctionnel. La réserve se trouve à une extrémité du secteur fonctionnel, et celui-ci n'est plus connecté au reste du cours d'eau (interruption du continuum de ripisylve à l'amont et l'aval).

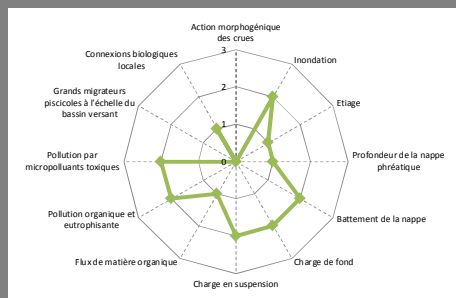
75%
Etat moyen

Annexe 18 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de la fonctionnalité de l'hydrosystème pour la réserve naturelle des Îles du Haut Rhône

ILES DU HAUT RHONE 218 ha

Historique : Depuis la création du canal de dérivation en 1980 et l'aménagement CNR, le Rhône naturel est en sous régime constant, les crues sont largement écrêtées et les grosses alluvions fluviales (galets de toutes tailles) restent bloquées dans les barrages ; seules les alluvions fines (sables, limons, argiles) peuvent passer. Un vaste programme de réhabilitation du fleuve a été mis en oeuvre en 2000-2005.

Contexte : Située dans une zone de tressage du Rhône, la réserve accueille un fleuve encore dynamique, induit par les caractéristiques géomorphologiques du lit majeur qui permettent au lit de divaguer librement sur d'importantes alluvions qu'il transporte et dépose.



Indicateurs	COEFFICIENT MULTIPLICATEUR	NOTE ATTRIBUEE	
Action morphogénique des crues	1	0	Quelques îlots se forment et se maintiennent dans le cours du Rhône mais les îles sont en général définitivement stabilisées (page 23, orthophotos de 1939 et 2003 page 24). La CNR les entretient les îlots existants chaque année en passant une herse pour empêcher l'installation de végétation ligneuse pour maintenir la capacité d'écoulement du fleuve.
Inondation	1	2	Une large plaine alluviale, lieu de divagation du fleuve, joue un rôle important en cas de crue car elle contribue à dissiper l'énergie du fleuve en laissant les eaux s'étaler dans le lit majeur. Les îles sont dans un casier d'inondation. (page 15) Manque d'informations, le gestionnaire pense toutefois que les crues sont moins nombreuses et d'une durée réduite par rapport à celles qui avaient lieu avant la construction du barrage et du canal de dérivation.
Etiage	0,5	1	Peu d'éléments. Le débit réservé minimum est de 80m3/s de novembre à mars, de 100m3 en avril, mai, septembre et octobre et de 150m3 en juillet et août
Profondeur de la nappe phréatique	1	1	Le niveau de la nappe a baissé de façon importante suite à la capture et la dérivation des eaux du fleuve par le canal d'aménée à l'usine hydroélectrique de Brégnier-Cordon. Un réseau de piézomètres existe mais il est encore trop tôt pour analyser les données. De très nombreuses anciennes lînes sont aujourd'hui déconnectées de la nappe et n'ont plus de soutien phréatique
Battement de la nappe phréatique	1	2	Des anciens piézomètres manuels installés dans les années 1970 ont récemment été remis en service. Ils sont pour la plupart encore fonctionnels mais certains se déconnectent durant l'hiver, signe d'une nappe vraiment basse (c'est la période durant laquelle le débit réservé du Rhône est le plus faible avec 80 m3/s). Les mesures réalisées en 2010 et début 2011 font état d'une nappe comprise entre -1 et -4m selon le secteur des îles concerné.
Charge de fond	1	2	L'étude globale pour une stratégie de réduction des risques de crues (étude du transport solide de 2000 par le bureau d'études SOGREAH) a montré que le fleuve est passé de la classe 50 000 - 100 000 m3/an (charriage naturel) avant 1977 à 25 000 - 50 000 m3/an (charriage actuel). La charge de fond a donc diminué.
Charge en suspension (matières) MES	0,5	2	La charge en suspension est faiblement altéré au niveau de la réserve. Toutefois, à l'échelle du fleuve, on est passé de 2 500 000 - 5 000 000 t/an (transit naturel par suspension) au début du 20e siècle à 600 000 - 1 200 000 t/an en 1950 (transit actuel par suspension).
Flux de matière organique	0,5	1	Les rares embâcles ont une origine essentiellement locale, car le barrage n'est pas très loin à l'amont.
Pollution organique et eutrophisante	0,5	2	Bon état, à préciser
Pollution par micropolluants toxiques	0,5	2	Bon état, à préciser
Grands migrateurs piscicoles à l'échelle du bassin versant	0,5	0	Installée au cœur du linéaire du fleuve qui est un corridor biologique très important, la réserve joue un rôle de halte ou de but migratoire. Toutefois, les barrages en aval empêchent les remontées des poissons.
Connexions biologiques locales	0,5	1	

55%
Etat moyen

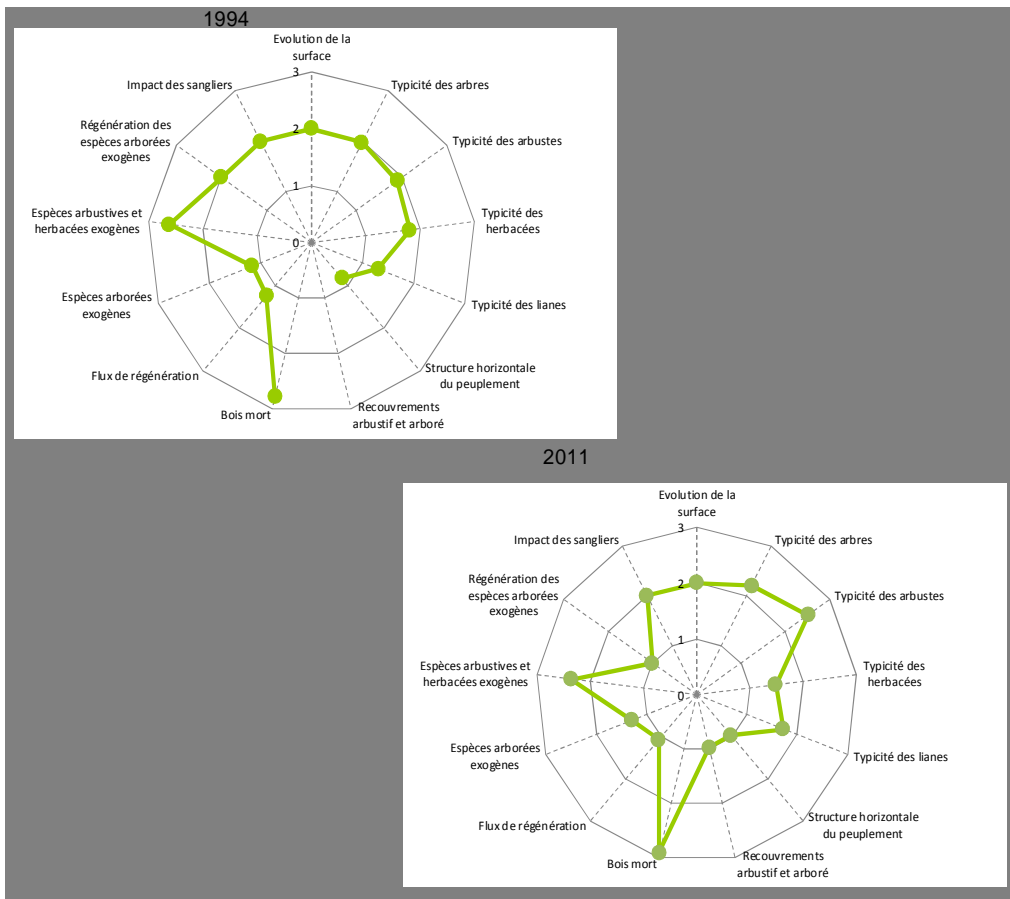
Annexe 19 : Tableau synthétisant les résultats de l'évaluation de l'état de conservation des forêts de bois durs pour trois réserves

Dans le tableau ci-dessous, les valeurs calculées pour renseigner chacun des indicateurs correspondent à celles du relevé moyen déterminé par l'agrégation des données des placettes d'une même réserve. La couleur de la case correspond à la note attribuée selon la classe d'état.

	Île du Rohrschollen	Val de Loire	Platière 1994 - Ile des Graviers	Platière 2002 - Ile des Graviers	Platière 2011 - ensemble des forêts de bois durs	Platière 2011 - peupleraies
nombre de placettes	76	21	63	63	23	14
Evolution de la surface	stabilité	en augmentation	en augmentation	en augmentation	en augmentation	autre combinaison
Arbres typiques (en % de la surface terrière totale) et richesse spécifique entre parenthèses	88+-6% (richesse spécifique : 4,2+-0,4)	87+-7% (richesse spécifique : 4,8+-0,8)	75+-6% (richesse spécifique : 3,9+-0,4)	78+-6% (richesse spécifique : 4,6+-0,4)	67+-11% (richesse spécifique : 3,6+-0,6)	16+-11% (richesse spécifique : 1,4+-0,3)
Arbustes typiques (en % de la somme totale des coefficients d'abondance-dominance)	81+-3%	73+-16%	88+-2%	81+-3%	74+-5%	64+-9%
Herbacées typiques (en % de la somme totale des coefficients d'abondance-dominance)	53+-2%	61+-3%	59+-6%	57+-3%	62+-6%	62+-9%
Lianes typiques	57%	Non renseigné	33%	43%	38+-8%	46%
Structure horizontale du peuplement (en % du nb de tiges/ha)	PB 79+-3% BM 12+-3% GB 6+-2% TGB 3+-1%	PB 69+-7% BM 22+-6% GB 8+-3% TGB 1+-1%	PB 83+-3% BM 13+-3% GB 3+-1% TGB 0%	PB 83+-4% BM 13+-3% GB 4+-2% TGB 0%	PB 87+-4% BM 11+-4% GB 2+-2% TGB 0%	PB 66+-13% BM 20+-13% GB 11+-7% TGB 2+-3%
Recouvrements arboré et arbustif (en %)	arboré : 27+-5% arbustif : 40+-6%	arboré : 76+-7% arbustif : 26+-7%	non renseigné	arboré : 47+-6% arbustif 57+-7%	arboré : 45+-9% arbustif 46+-8%	arboré : 24+-9% arbustif 39+-11%
Bois mort (en % de la surface terrière totale)	51+-6%	37+-7%	30+-4%	40+-4%	41+-19%	22+-10%
Flux de régénération	semis dans 1 strate et richesse moyenne : 1,5	semis dans 2 strates et richesse moyenne : 1,4	semis dans 2 strates et richesse moyenne : 1,7	semis dans 2 strates et richesse moyenne : 1,4	semis dans 2 strates et richesse moyenne : 1,5	semis dans 2 strates et richesse moyenne : 1,4
Espèces arborescentes exogènes (en % de la surface terrière totale)	2+-2%	12+-6%	22+-6%	19+-6%	33+-11%	84+-11%
Espèces arbustives et herbacées exogènes (en % de la somme totale des coefficients d'abondance-dominance)	3+-1%	0%	1+-1%	3+-1%	3+-2%	5+-3%
Régénération des espèces arborescentes exogènes (en % de relevés)	0%	0%	11%	8%	52%	86%
Impact des sangliers (en % de la surface)	10-20%	10-20%	<10%	<10%	<10%	<10%
Note calculée	29	27	22	27	20	19
Note maximale potentielle	39	39	36	39	39	39
Ecart à la note maximale potentielle	26%	31%	39%	31%	49%	51%
Etat de conservation	Bon état	Bon état	Bon état	Bon état	Bon état	Etat moyen

Annexe 20 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation des forêts de bois durs de l'île des Graviers dans la RN de l'Île de la Platière en 1994 et 2002

ILE DE LA PLATIERE 126 ha
63 placettes, situées en "réserve forestière intégrale"

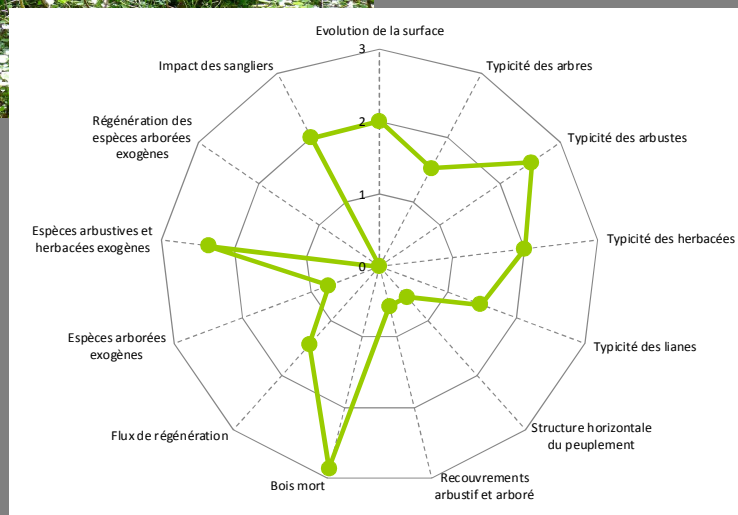


Indicateurs	1994	2002
	NOTE CALCULEE	NOTE CALCULEE
Evolution de la surface	2,0	2,0
Typicité des arbres et richesse spécifique	2,0	2,2
Typicité des arbustes	1,9	2,5
Typicité des herbacées	1,8	1,5
Typicité des lianes	1,3	1,7
Structure horizontale du peuplement	0,8	1,0
Recouvrements arboré et arbustif	non renseigné	1,0
Bois mort	2,8	2,9
Flux de régénération	1,2	1,1
Espèces arborées exogènes	1,2	1,3
Espèces arbustives et herbacées exogènes	2,6	2,4
Régénération des espèces arborées exogènes	2,0	1,0
Impact des sangliers	2,0	2,0

40% **Bon état** **42%** **Bon état**

Annexe 21 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation de l'ensemble des forêts de bois durs de la RN de l'Île de la Platière en 2011

ILE DE LA PLATIERE 162 ha
23 placettes couvrant l'ensemble de la surface boisée de la réserve

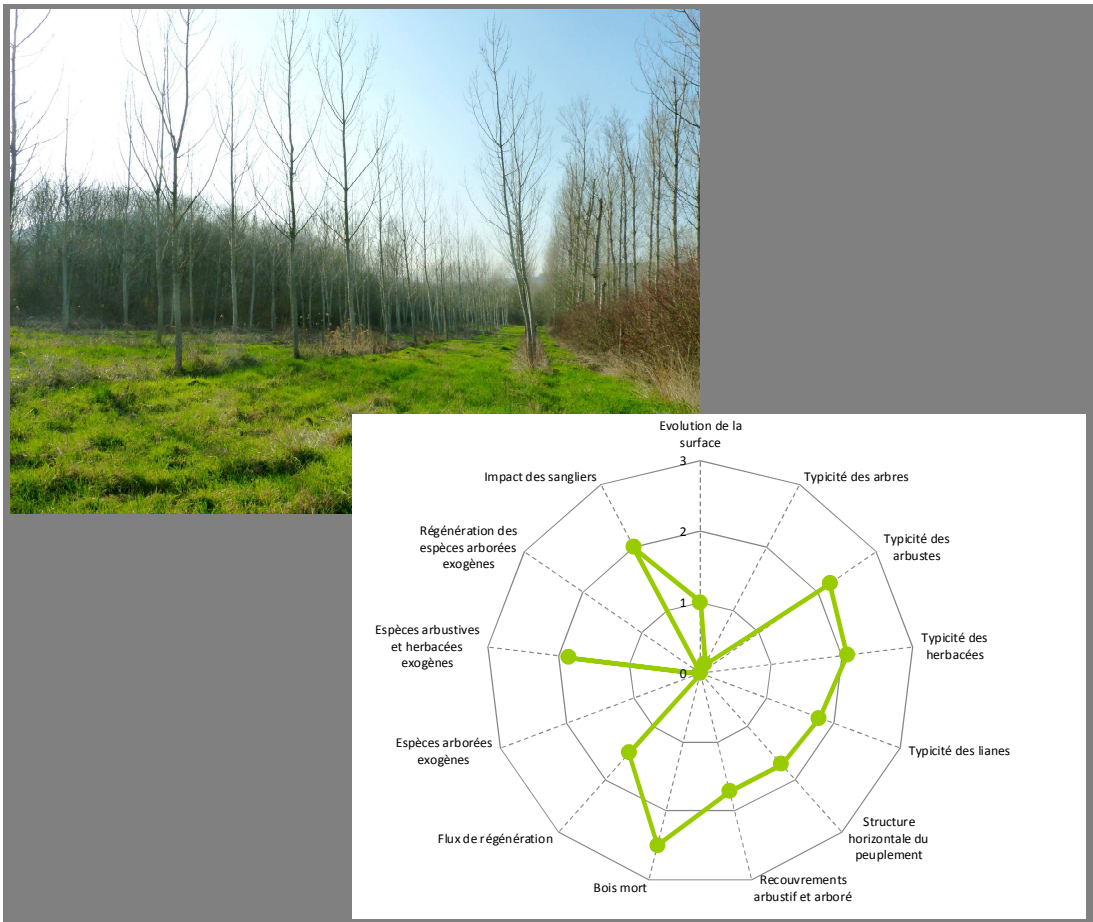


2011	
Indicateurs	NOTE CALCULEE
Evolution de la surface	2,0
Typicité des arbres et richesse spécifique	1,5
Typicité des arbustes	2,5
Typicité des herbacées	2,0
Typicité des lianes	1,5
Structure horizontale du peuplement	0,6
Recouvrements arboré et arbustif	0,6
Bois mort	2,9
Flux de régénération	1,4
Espèces arborées exogènes	0,7
Espèces arbustives et herbacées exogènes	2,3
Régénération des espèces arborées exogènes	0,0
Impact des sangliers	2,0

49%
Bon état

Annexe 22 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation des peupleraies dans la RN de l'Île de la Platière en 2011

ILE DE LA PLATIERE 36 ha
14 placettes couvrant l'ensemble des peupleraies de la réserve

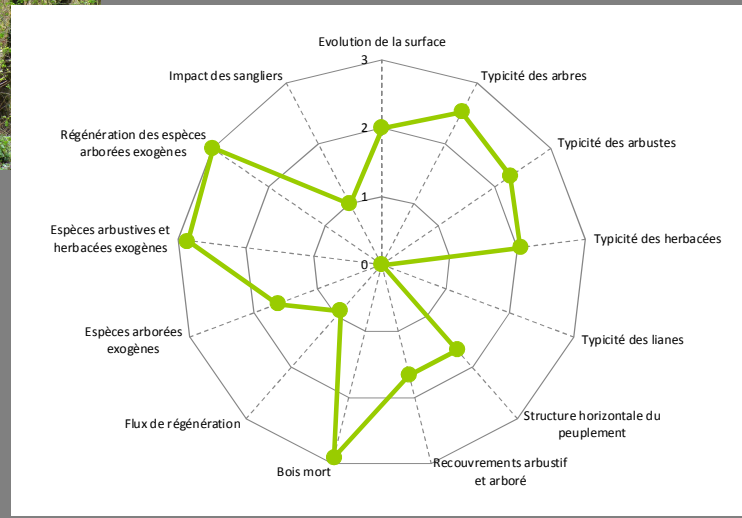


2011 Peupleraie	
Indicateurs	NOTE CALCULEE
Evolution de la surface	1,0
Typicité des arbres et richesse spécifique	0,1
Typicité des arbustes	2,2
Typicité des herbacées	2,1
Typicité des lianes	1,8
Structure horizontale du peuplement	1,7
Recouvrements arboré et arbustif	1,7
Bois mort	2,5
Flux de régénération	1,5
Espèces arborées exogènes	0,0
Espèces arbustives et herbacées exogènes	1,9
Régénération des espèces arborées exogènes	0,0
Impact des sangliers	2,0

53%
Etat moyen

Annexe 23 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation des forêts de bois durs dans la « réserve forestière intégrale » de la RN du Val de Loire

VAL DE LOIRE 191 ha
23 placettes, situées dans les boisements à haut degré de naturalité



Indicateurs	NOTE CALCULEE
Evolution de la surface	2,0
Typicité des arbres et richesse spécifique	2,5
Typicité des arbustes	2,3
Typicité des herbacées	2,0
Typicité des lianes	0,0
Structure horizontale du peuplement	1,7
Recouvrements arboré et arbustif	1,7
Bois mort	2,9
Flux de régénération	0,9
Espèces arborées exogènes	1,6
Espèces arbustives et herbacées exogènes	2,9
Régénération des espèces arborées exogènes	3,0
Impact des sangliers	1,0

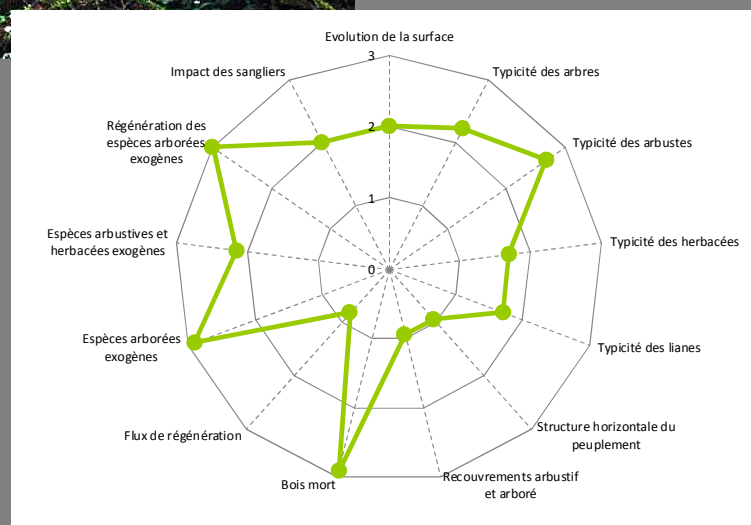
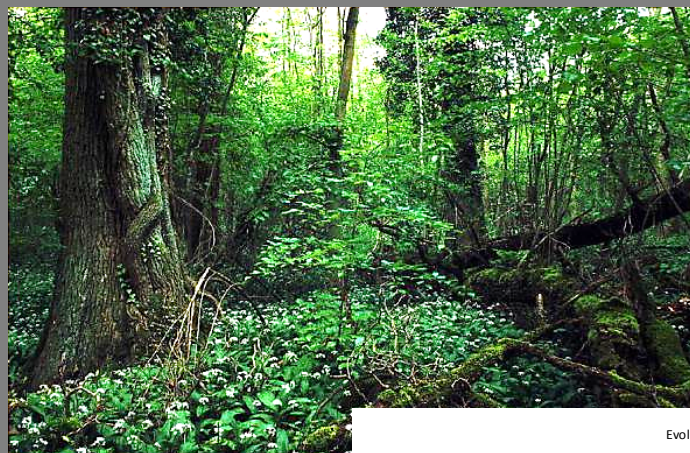
37%
Bon état

Annexe 24 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation de l'ensemble des forêts de bois durs de la RN de l'Île du Rohrschollen

ROHRSCROLLEN

154 ha

76 placettes couvrant l'ensemble de la surface boisée de la réserve

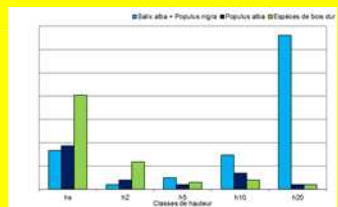
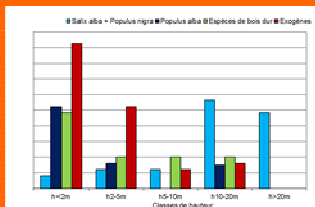
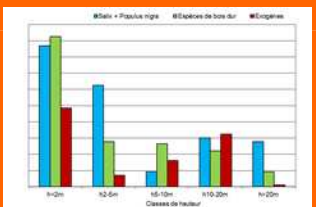
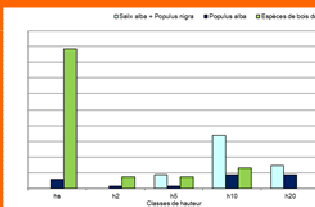


Indicateurs	NOTE CALCULEE
Evolution de la surface	2,0
Typicité des arbres et richesse spécifique	2,2
Typicité des arbustes	2,7
Typicité des herbacées	1,7
Typicité des lianes	1,7
Structure horizontale du peuplement	0,9
Recouvrements arboré et arbustif	0,9
Bois mort	2,9
Flux de régénération	0,8
Espèces arborées exogènes	2,9
Espèces arbustives et herbacées exogènes	2,1
Régénération des espèces arborées exogènes	3,0
Impact des sangliers	2,0

33%
Bon état

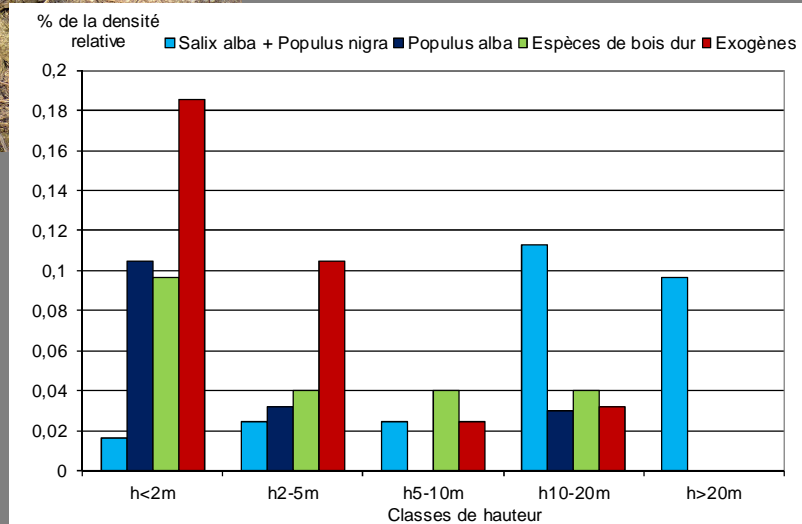
Annexe 25 : Tableau synthétisant les résultats de l'évaluation de l'état de conservation des forêts de bois tendres pour quatre réserves

Dans le tableau ci-dessous, les valeurs calculées pour renseigner chacun des indicateurs correspondent à celles du relevé moyen déterminé par l'agrégation des données des placettes d'une même réserve. La couleur de la case correspond à la note attribuée selon la classe d'état.

	Delta de la Sauer	Ile de Rhinau	Val de Loire	Ile de la Platière
nombre de placettes	33	18	58	19
Evolution de la surface	en diminution	en diminution	en diminution	en diminution
Structure verticale du peuplement				
Espèces arborescentes exogènes	0%	0%	21%	27%
Espèces herbacées exogènes	0%	4%	0%	40%
Régénération des espèces arborescentes exogènes	0%	0%	21%	46%
Note calculée	7,5	4,5	8,5	0,5
Note maximale potentielle	16,5	16,5	16,5	16,5
Ecart	55%	73%	48%	97%
Etat de conservation	état moyen	état moyen	bon état	mauvais état

Annexe 26 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation des forêts de bois tendres de la RN de l'Île de la Platière

ILE DE LA PLATIERE 11 ha
19 placettes PCQM



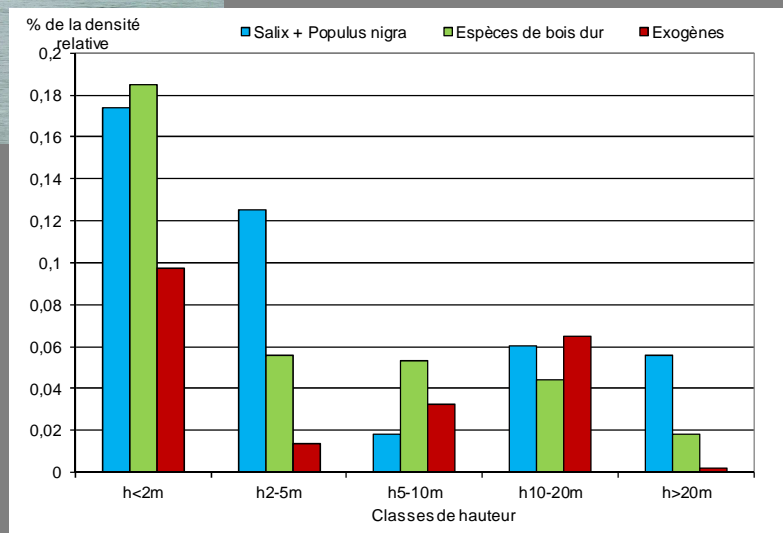
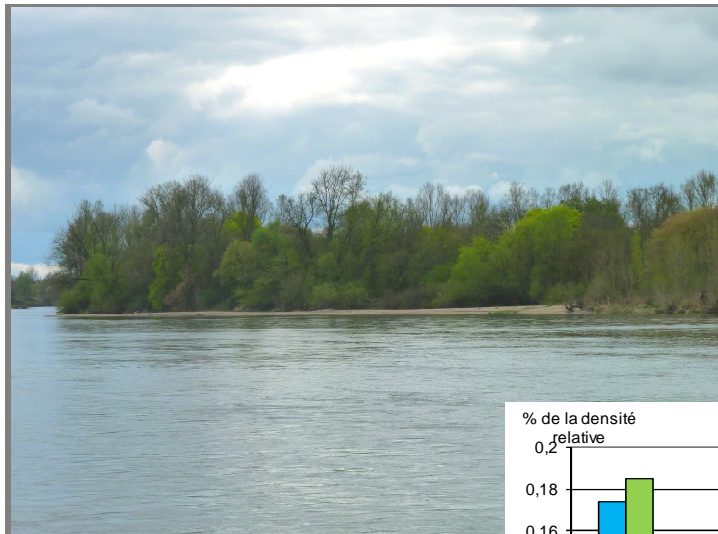
Indicateurs	NOTE CALCULEE
Evolution de la surface	0
Répartition des salicacées en classes de hauteur	0
Espèces exogènes ligneuses	0
Espèces exogènes herbacées	1
Régénération des espèces ligneuses exogènes	0

97%

Mauvais état

Annexe 27 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation des forêts de bois tendres de la RN du Val de Loire

VAL DE LOIRE 289 ha
61 placettes PCQM

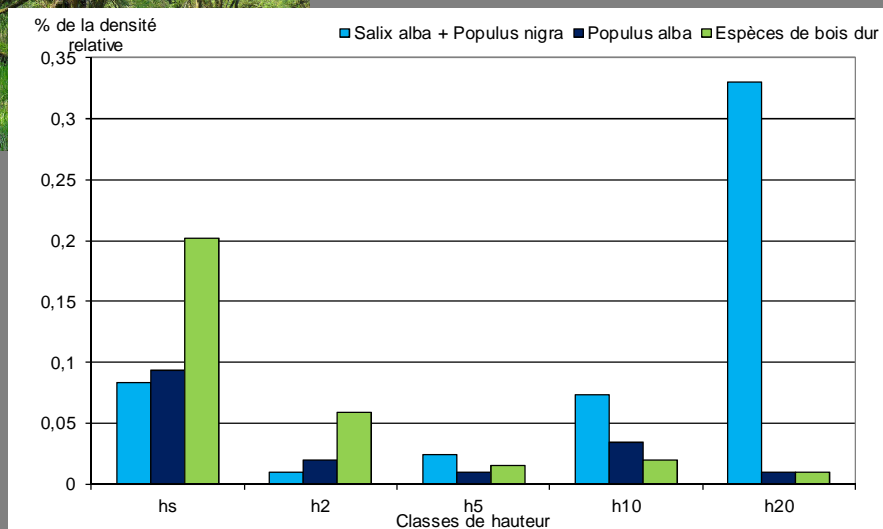
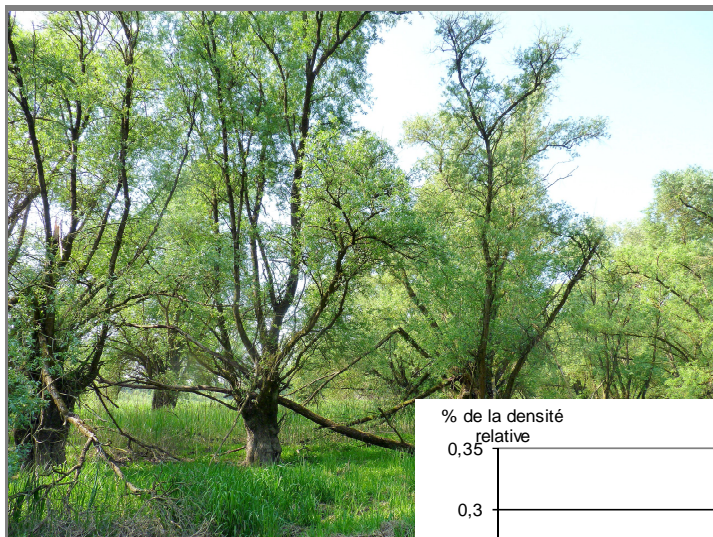


Indicateurs	NOTE CALCULEE
Evolution de la surface	1
Répartition des salicacées en classes de hauteur	2
Espèces exogènes ligneuses	0
Espèces exogènes herbacées	3
Régénération des espèces ligneuses exogènes	0

48%
Bon état

Annexe 28 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation des forêts de bois tendres de la RN du Delta de la Sauer

DELTA DE LA SAUER 80 ha
33 placettes PCQM



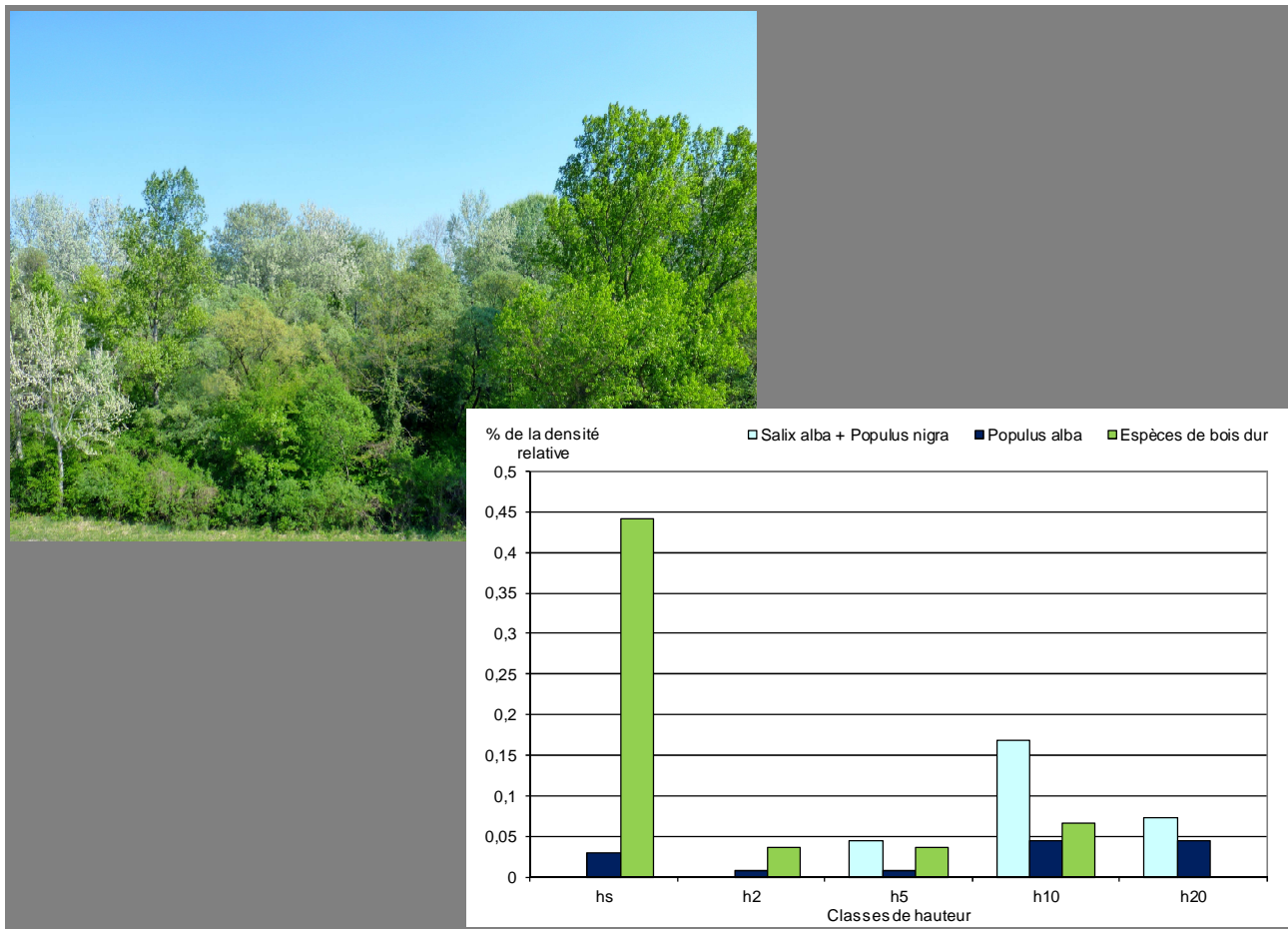
Indicateurs	NOTE CALCULEE
Evolution de la surface	0
Répartition des salicacées en classes de hauteur	1
Espèces exogènes ligneuses	3
Espèces exogènes herbacées	3
Régénération des espèces ligneuses exogènes	3

55%

Etat moyen

Annexe 29 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation des forêts de bois tendres de la RN de l'Île de Rhinau

ILE DE RHINAU 32 ha
18 placettes PCQM



Indicateurs	NOTE CALCULEE
Evolution de la surface	0
Répartition des salicacées en classes de hauteur	0
Espèces exogènes ligneuses	3
Espèces exogènes herbacées	3
Régénération des espèces ligneuses exogènes	3

73%
Etat moyen

Annexe 30 : Tableaux des calculs des variables renseignant les indicateurs pour l'évaluation de l'état de conservation des trois prairies étudiées de la RN de l'Île de la Platière

Richesse spécifique

code point de suivi	2000	2004-5	2008
01PNOR03	24	35	23
01PNOR04	16	20	17
01PNOR06	28	34	21
01PNOR13	16	21	14
01PNOR14	31	23	22
01PNOR17	39	33	27
01POVE02	43	37	48
01POVE03	39	31	29
01POVE04	26	25	33
01POVE05	34	48	
01POVE06	30	34	37
01POVE07	38	50	33
01POVE08	29	40	34
01POVE09	31	31	31
01POVE12			33
01PRSW01	40	24	33
01PRSW02	17	16	19
01PSUD01	29	26	30
01PSUD02	26	31	25
01PSUD03	32	27	31
01PSUD04	36	30	38
01PSUD05	32	27	33

indice d'équirépartition

	2000	2004-2005	2008
01PNOR03	0,80	0,82	0,75
01PNOR04	0,64	0,69	0,66
01PNOR06	0,69	0,83	0,63
01PNOR13	0,51	0,78	0,39
01PNOR14	0,69	0,68	0,76
01PNOR17	0,69	0,76	0,71
01POVE02	0,79	0,77	0,82
01POVE03	0,79	0,84	0,72
01POVE04	0,81	0,78	0,76
01POVE05	0,77	0,89	
01POVE06	0,67	0,75	0,82
01POVE07	0,74	0,83	0,83
01POVE08	0,82	0,80	0,77
01POVE09	0,87	0,87	0,78
01POVE12			0,60
01PRSW01	0,74	0,72	0,69
01PRSW02	0,73	0,77	0,53
01PSUD01	0,78	0,82	0,83
01PSUD02	0,79	0,79	0,73
01PSUD03	0,79	0,65	0,69
01PSUD04	0,87	0,67	0,54
01PSUD05	0,69	0,70	0,70

% du recouvrement typique de la structure phytosociologique d'après la description des pelouses du Festuco-Brometea de Royer (1991)

	Corine biotope	2000	2004-2005	2008
01PNOR03	34.3*87.1	13,0	24,8	21,8
01PNOR04	34.3*87.1	13,4	5,2	4,4
01PNOR06	34.3*87.1	42,8	19,6	15,0
01PNOR13	34.3*87.1	65,0	34,3	89,9
01PNOR14	34.3*87.1	10,9	20,2	36,3
01PNOR17	34.3*87.1	34,8	3,8	10,5
01POVE02	34.324	55,2	58,2	62,8
01POVE03	34.33	20,2	21,0	47,2
01POVE04	34.3*87.1	25,7	2,8	7,0
01POVE05	37.3*34.3*38.2			
01POVE06	34.3*87.1	15,0	18,9	23,0
01POVE07	34.324	45,1	41,6	75,0
01POVE08	34.12			
01POVE09	34.12			
01POVE12	34.4			
01PRSW01	34.324	83,4	58,2	78,2
01PRSW02	34.324	7,6	6,9	7,1
01PSUD01	34.324	16,9	45,5	39,8
01PSUD02	34.324	18,9	26,4	60,2
01PSUD03	34.324	33,6	34,3	62,0
01PSUD04	34.324	51,1	45,0	78,4
01PSUD05	34.324	64,6	49,6	69,4

% de recouvrement par des espèces sociales

POVE	2000	2004-2005	2008
01POVE02	23%	22%	44%
01POVE03	0%	0%	0%
01POVE04	0%	19%	29%
01POVE05	28%	39%	
01POVE06	0%	33%	0%
01POVE07	22%	25%	47%
01POVE08	0%	0%	0%
01POVE09	0%	0%	0%
01POVE12			32%

PNOR	2000	2004-2005	2008
01PNOR03	26%	32%	30%
01PNOR04	30%	39%	22%
01PNOR06	29%	41%	
01PNOR13	37%	45%	36%
01PNOR14	22%	41%	26%
01PNOR16			30%
01PNOR17	23%	31%	23%

PSUD	2000	2004-2005	2008
01PRSW01	23%		37%
01PRSW02	36%	58%	35%
01PSUD01	33%	36%	24%
01PSUD02	26%	46%	32%
01PSUD03	25%	31%	39%
01PSUD04	42%	28%	37%
01PSUD05	26%		34%

% de recouvrement d'espèces exogènes

POVE	2000	2004-5	2008
01POVE02	0%	0%	2%
01POVE03	0%	0%	0%
01POVE04	0%	0%	0%
01POVE05	0%	2%	
01POVE06	0%	0%	2%
01POVE07	0%	0%	0%
01POVE08	2%	0%	3%
01POVE09	0%	0%	0%
01POVE12			2%

PNOR	2000	2004-5	2008
01PNOR03	1,4%	1,7%	2%
01PNOR04	1,6%	2,1%	1%
01PNOR06	1,6%	2,2%	
01PNOR13	2,0%	2,4%	2%
01PNOR14	1,2%	2,2%	0%
01PNOR16			2%
01PNOR17	1,2%	0,0%	0%

PSUD	2000	2004-5	2008
01PRSW01	0%	0%	0%
01PRSW02	2%	0%	0%
01PSUD01	2%	0%	0%
01PSUD02	2%	0%	0%
01PSUD03	0%	0%	0%
01PSUD04	0%	0%	0%
01PSUD05	0%	0%	0%

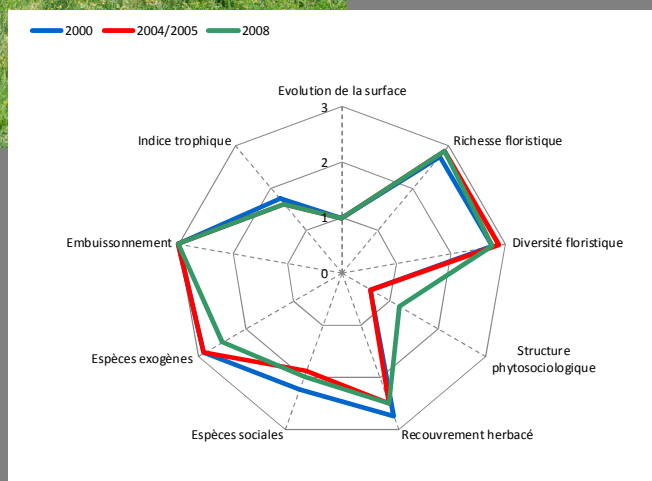
Indice trophique moyen

d'après les indices de Julve

	2000	2004-2005	2008
01PNOR03	5,3	4,8	5,4
01PNOR04	6,2	6,1	6,2
01PNOR06	5,0	4,8	5,1
01PNOR13	5,3	5,5	4,9
01PNOR14	5,2	4,2	5,2
01PNOR17	4,8	3,6	6,0
01POVE02	2,9	3,8	3,5
01POVE03	2,3	2,5	3,0
01POVE04	4,3	4,0	4,7
01POVE05	5,4	5,6	
01POVE06	3,3	4,3	3,6
01POVE07	3,8	3,1	3,3
01POVE08	3,1	3,4	4,0
01POVE09	3,7	2,6	3,8
01POVE12			4,3
01PRSW01	3,7	2,5	3,0
01PRSW02	5,7	5,9	6,4
01PSUD01	4,7	4,0	4,3
01PSUD02	5,3	4,3	3,9
01PSUD03	5,1	4,5	3,8
01PSUD04	4,5	4,4	3,4
01PSUD05	3,6	3,6	3,0

Annexe 31 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation de la prairie des Oves

PRAIRIE DES OVES 9,4 ha
9 points de suivi

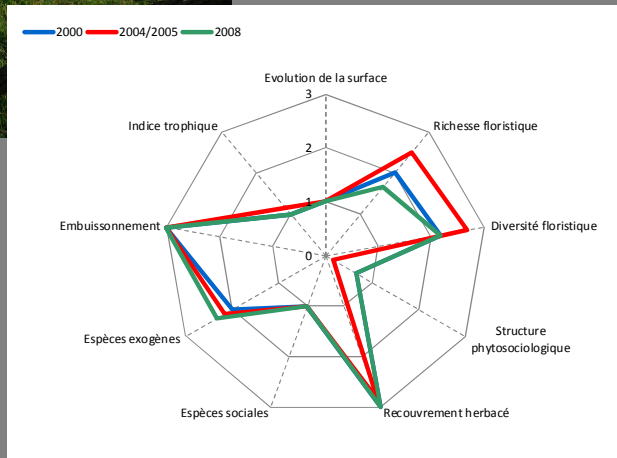


Indicateurs	2000	2004	2008
	NOTE CALCULEE	NOTE CALCULEE	NOTE CALCULEE
Evolution de la surface	1,0	1,0	1,0
Richesse floristique	2,8	2,9	2,9
Diversité floristique	2,8	2,9	2,8
Structure phytosociologique	0,6	0,6	1,2
Recouvrement herbacé	2,8	2,5	2,5
Espèces sociales	2,3	1,9	2,0
Espèces exogènes	2,9	2,9	2,5
Embuisonnement	3,0	3,0	3,0
Indice trophique	1,8	1,6	1,6

27% 29% 28%
Bon état Bon état Bon état

Annexe 32 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation de la prairie des Gravier Nord

PRAIRIE DES GRAVIERS NORD 4,3 ha
6 points de suivi

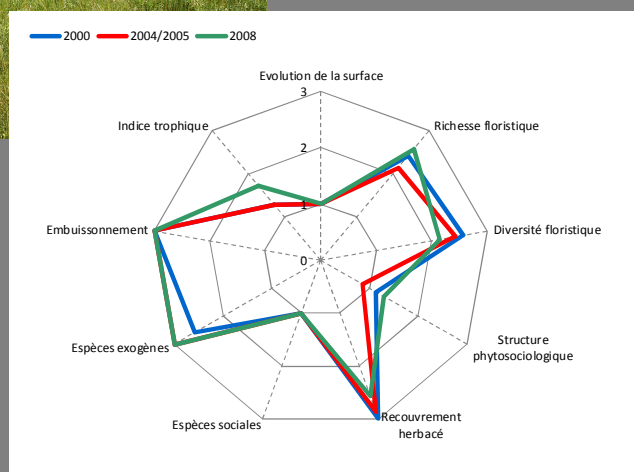
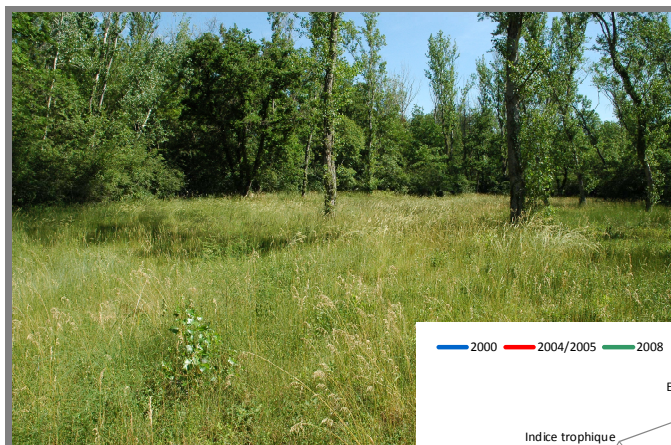


Indicateurs	2000	2004	2008
	NOTE CALCULEE	NOTE CALCULEE	NOTE CALCULEE
Evolution de la surface	1,0	1,0	1,0
Richesse floristique	2,0	2,5	1,7
Diversité floristique	2,2	2,7	2,2
Structure phytosociologique	0,7	0,2	0,7
Recouvrement herbacé	3,0	2,8	3,0
Espèces sociales	1,0	1,0	1,0
Espèces exogènes	2,0	2,2	2,3
Embuissonnement	3,0	3,0	3,0
Indice trophique	1,0	1,2	1,0

41%	39%	41%
Bon état	Bon état	Bon état

Annexe 33 : Justification des notes attribuées aux indicateurs de l'état de conservation de la prairie des Graviers Sud

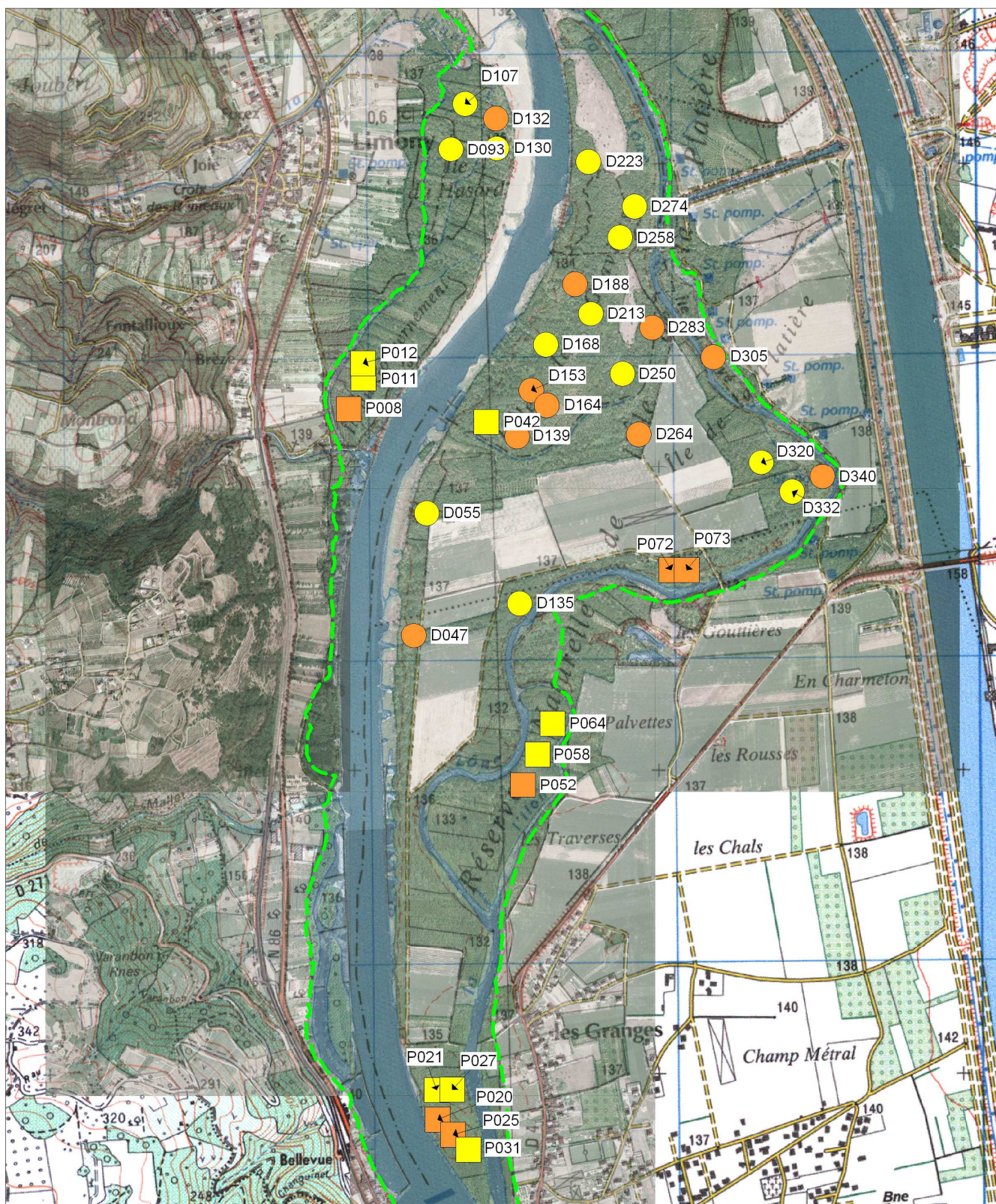
PRAIRIE DES GRAVIERS SUD 3,1 ha
7 points de suivi



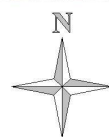
Indicateurs	2000	2004	2008
	NOTE CALCULEE	NOTE CALCULEE	NOTE CALCULEE
Evolution de la surface	1,0	1,0	1,0
Richesse floristique	2,4	2,1	2,6
Diversité floristique	2,6	2,4	2,1
Structure phytosociologique	1,1	0,9	1,3
Recouvrement herbacé	3,0	2,9	2,6
Espèces sociales	1,0	1,0	1,0
Espèces exogènes	2,6	3,0	3,0
Embuisonnement	3,0	3,0	3,0
Indice trophique	1,3	1,3	1,7

33% Bon état **35% Bon état** **32% Bon état**

Annexe 34 : Carte renseignant l'évaluation de l'état de conservation des forêts de bois durs et des peupleraies, par placette, dans la RN de l'Île de la Platière



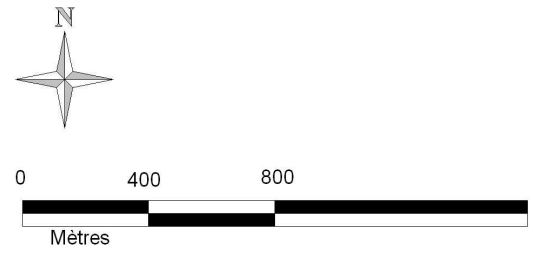
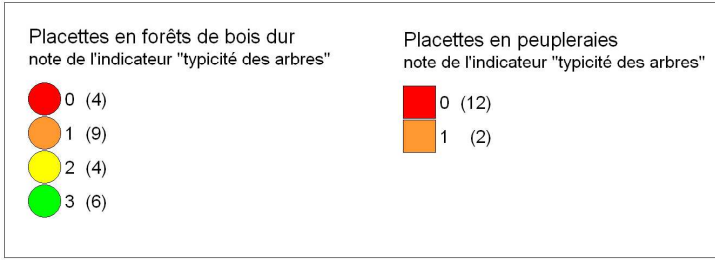
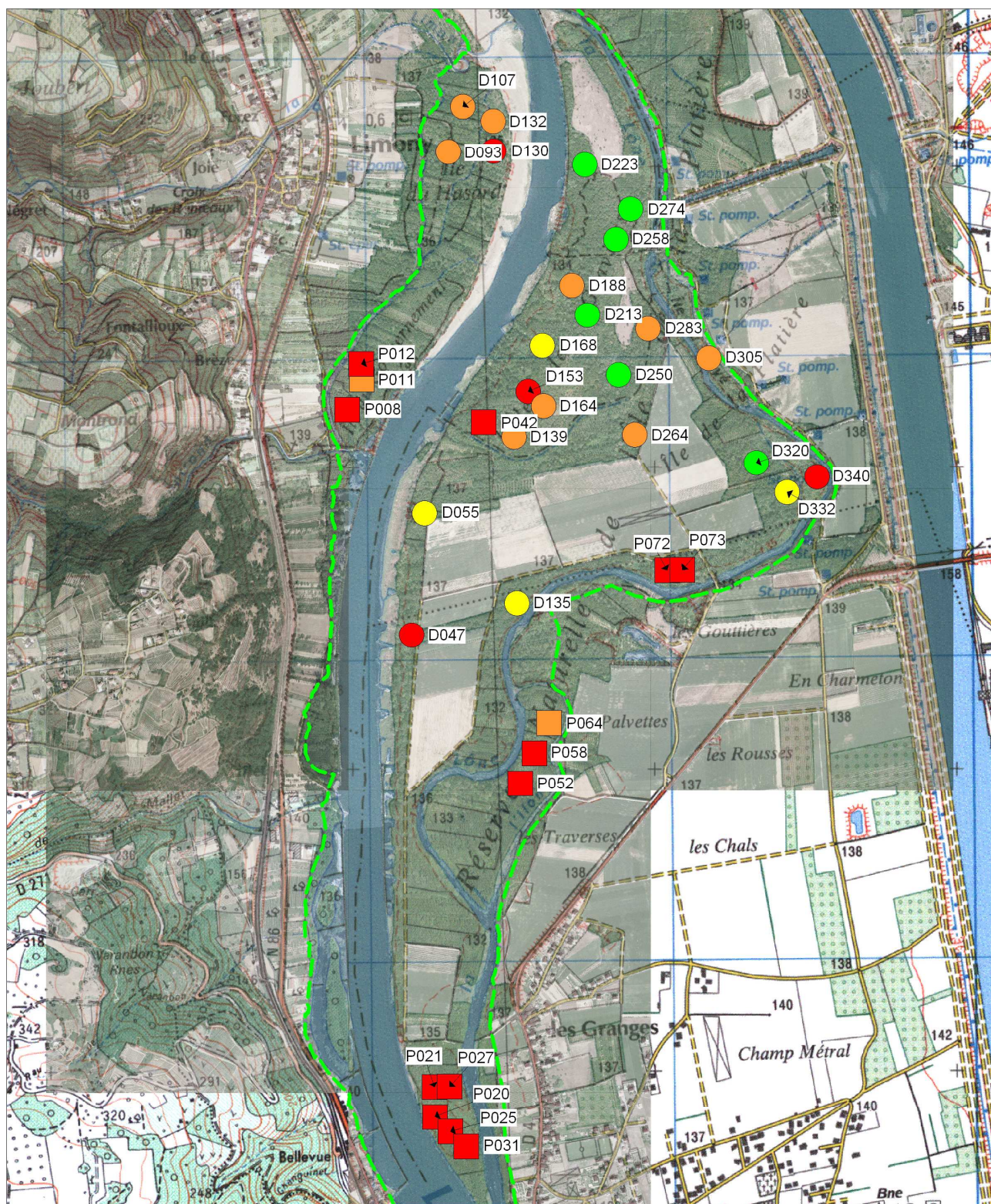
Placettes en forêts de bois dur écart à la note maximale potentielle (%)	Placettes en peupleraies écart à la note maximale potentielle (%)
● 75 - 100 (0)	■ 75 - 100 (0)
● 50 - 75 (10)	■ 50 - 75 (6)
● 25 - 50 (13)	■ 25 - 50 (8)
● 0 - 25 (0)	■ 0 - 25 (0)



0 400 800

Mètres

Annexe 35 : Carte renseignant l'état observé de l'indicateur « arbres typiques » par rapport à l'état attendu (grâce à l'écart à la note maximale potentielle) dans les forêts de bois durs et les peupleraies, par placette, dans la RN de l'Île de la Platière



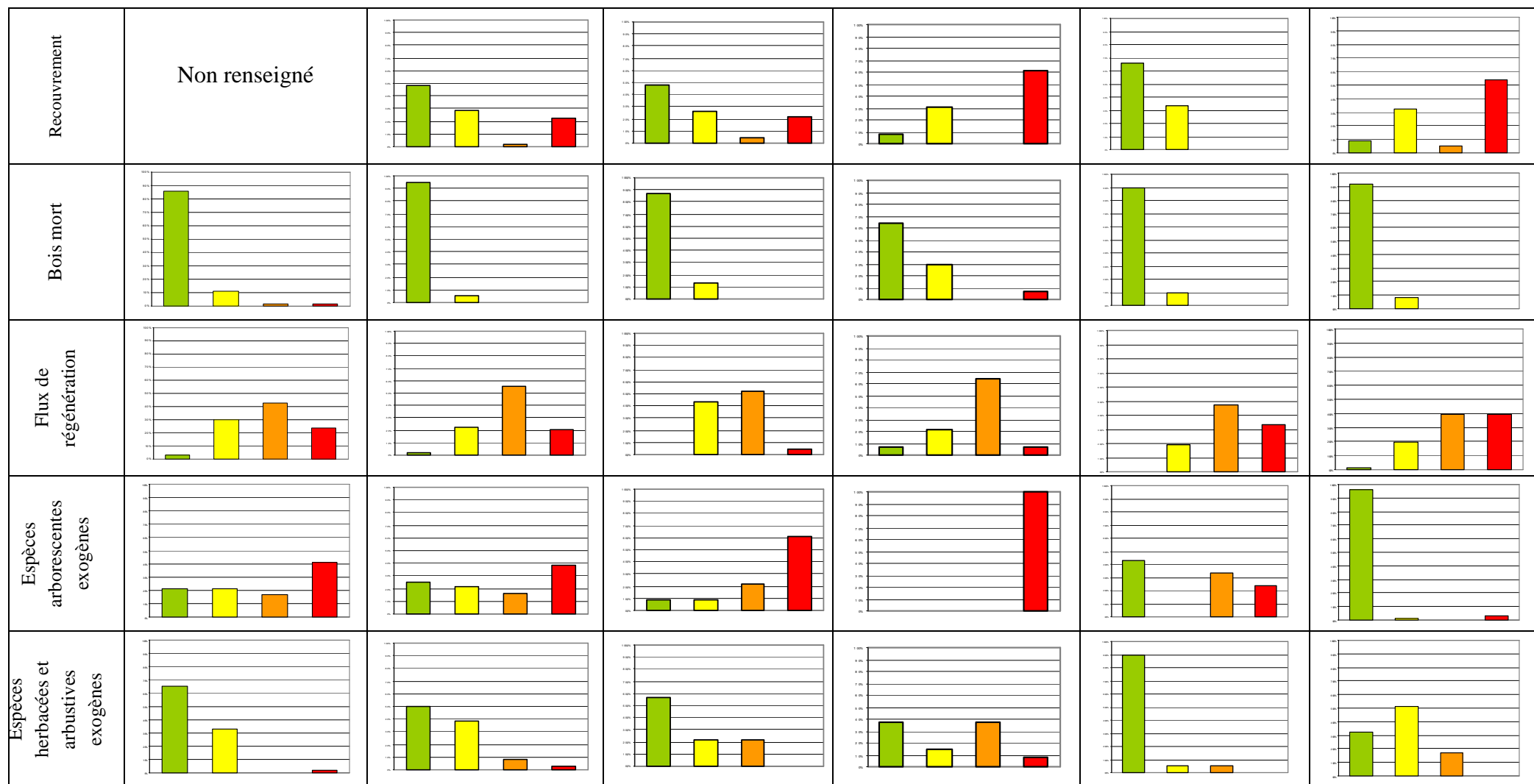
Annexe 36 : Listes d'espèces typiques de rhopalocères utilisées pour l'évaluation de l'indicateur « typicité du cortège de rhopalocères » dans le protocole d'évaluation de l'état de conservation des milieux ouverts

Proposition de listes d'espèces typiques de papillons pour la réserve naturelle de l'île de la Platière

Espèces	Platière	Mouterde	Ramières	Papillons et corridors	Dupont
Arethusana arethusa			X	X	X
Argynnis adippe					X
Argynnis aglaja					X
Aricia agestis	X		X	X	
Brintesia circe			X	X	X
Boloria euphrosyne					X
Callophrys rubi	X		X	X	X
Chazara briseis					X
Cinclidia phoebe	X		X	X	
Clossiana dia	X		X	X	X
Coenonympha glycerion glycerion					X
Coenonympha pamphilus	X		X	X	X
Colias PC (hyale/falcaariensis)	X	X	X	X	X
Colias croceus					X
Cupido minimus	X		X	X	X
Cupido osiris				X	
Cyaniris semiargus				X	
Didymaeformia didyma	X	X	X	X	
Erebia medusa					X
Erynnis tages	X		X	X	X
Everes alcetas	X			X	X
Everes argiades				X	X
Glaucopsyche alexis	X		X	X	X
Hesperia comma					X
Hipparchia statilinus					X
Issoria lathonia					X
Lasiommata maera					X
Lasiommata megera	X		X	X	X
Leptidea C (sinapis/reali)	X		X	X	
Lycaena dispar					X
Lycaena phlaeas	X		X	X	X
Maculinea arion			X		
Maniola jurtina	X		X	X	X
Melanargia galathea	X		X	X	X
Melitaea aurelia					X
Melitaea cinxia	X		X	X	X
Mellicta C (athalia/deione/parthenoides)	X		X	X	X
Melitaea didyma					X
Melitaea parthenoides					X
Minois dryas		X	X		X
Neohipparchia statilinus		X			
Ochlodes venatus	X		X	X	
Papilio machaon			X	X	X
Plebejus C (argus/idas/argygnomon)	X	X	X	X	X
Polyommatus bellargus	X		X	X	X
Polyommatus C (coridon/hispana)	X		X	X	X
Polyommatus icarus	X		X	X	X
Pontia daplidice	X	X	X		
Pyrgus alveus accretus					X
Pyrgus armoricanus					X
Pyrgus bellieri					X
Pyrgus carlinae					X
Pyrgus carthami		X			
Pyrgus cirsii					X
Pyrgus malvae				X	X
Pyrgus malvoides					X
Pyrgus onopordi					X
Pyrgus serratulae					X
Pyronia tithonus	X		X	X	X
Satyrion spini					X
Spialia sertorius			X		X
Thymelicus acteon					X
Thymelicus lineola				X	X
Thymelicus sylvestris				X	X

Annexe 37 : Représentation de la répartition des placettes pour les indicateurs de l'état de conservation des forêts de bois durs





Annexe 38 : Correspondance des noms latins et français des espèces végétales citées

Nom latin	Nom commun en français
<i>Acer negundo</i> L.	Erable negundo
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	Erable sycomore
<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	Ailante glanduleux ou Faux vernis du Japon
<i>Alliaria petiolata</i> (M. Bieb.) Cavara & Grande	Alliaire officinale
<i>Allium ursinum</i> L.	Ail des ours
<i>Arum italicum</i> Mill.	Arum ou gouet d'Italie
<i>Asclepias syriaca</i> L.	Asclépiade commune
<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) P. Beauv.	Brachypode penné
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P. Beauv.	Brachypode des bois
<i>Cornus sanguinea</i> L.	Cornouiller sanguin
<i>Elytrigia campestris</i> (Godr. & Gren.) Kerguélen ex Carreras	Chiendent des champs
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Desv. ex Nevski	Chiendent officinal
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	Frêne à feuilles étroites
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	Frêne commun
<i>Galium aparine</i> L.	Gaillet gratteron
<i>Glechoma hederacea</i> L.	Lierre terrestre
<i>Hedera helix</i> L.	Lierre grimpant
<i>Oenothera biennis</i> L.	Onagre bisannuelle
<i>Populus alba</i> L.	Peuplier blanc
<i>Populus nigra</i> L.	Peuplier noir
<i>Populus x canescens</i> (Aiton) Sm.	Peuplier grisard
<i>Quercus robur</i> L.	Chêne pédonculé
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Robinier faux acacia
<i>Solidago canadensis</i> L.	Solidage du Canada
<i>Solidago gigantea</i> Aiton.	Solidage géant

Annexe 39 : Glossaire

altération : modification dans le sens d'une dégradation, d'un dommage portant atteinte à l'intégrité de l'habitat, affectant sa structure et son fonctionnement

flux : du latin *fluxus* qui signifie écoulement, le flux désigne un ensemble d'éléments (énergie, matière, ...) évoluant dans un sens commun, se déplaçant sur un trajet, d'une origine à une destination

fonctionnement, fonctions d'un habitat : réalisation de la dynamique propre de l'habitat, soumis à des facteurs de perturbation, remplissant notamment des rôles de nourriture, de reproduction et d'abri pour les espèces

naturalité (*naturalness* en anglais) : caractère (ou qualité) naturel d'un objet (habitat, espèce), d'un écosystème, d'un fonctionnement, etc. mesuré le long d'un gradient. Naturel étant ici « relatif à l'univers, à ses lois », « produit par le monde physique, sans intervention humaine », non artificiel étant défini au sens non produit par l'homme, son travail, ses techniques (Gilg, 2005).

Le degré de naturalité mesure l'écart existant entre une nature perturbée par l'homme et sa référence naturelle. Définir la naturalité d'un habitat revient à comparer son état (sa naturalité) actuel à un état de référence (ou naturalité potentielle). Pour la forêt, Peterken (1996) propose de prendre en compte un référentiel soit

- du passé : c'est l'état qui existait avant l'arrivée de l'homme (paléoécologie)
- du présent : c'est l'état observable sur certains sites n'ayant pas été perturbés (synchronique)
- du futur : c'est l'état qui prévaudra si l'impact de l'homme cesse (modèles)

perturbation : événement discontinu qui détruit partiellement ou totalement la biomasse d'un système écologique en libérant de l'espace et des ressources, modifiant ainsi la distribution des espèces et le schéma fonctionnel de l'écosystème

restauration : processus qui assiste l'auto-réparation d'un écosystème qui a été dégradé, endommagé ou détruit (Society for Ecological Restoration International, 2002). Il s'agit d'une activité intentionnelle qui initie ou accélère le rétablissement d'un écosystème antérieur par rapport à sa composition spécifique, sa structure communautaire, son fonctionnement écologique, la capacité de l'environnement physique à accueillir les organismes vivants et sa connectivité avec le paysage ambiant

RESUME

Suite au manque de connaissances sur l'état de conservation des habitats, la définition de protocoles d'évaluation de l'état de conservation des habitats alluviaux a été entreprise en 2008 par RNF. L'effervescence autour de ce sujet nécessitait qu'une méthode standardisée soit finalisée et diffusée aux gestionnaires des réserves naturelles alluviales pour 2011. L'approche proposée dans ce travail consiste en une évaluation de la fonctionnalité de l'hydrosystème à l'échelle du secteur fonctionnel ou du site, complétée d'une évaluation des grands types d'habitats : forêts de bois tendres, forêts de bois durs et prairies. Elle repose sur la définition de critères et d'indicateurs objectifs, issus de données quantitatives à recueillir sur le terrain.

L'application des protocoles sur trois à neuf réserves naturelles de France au cours de mon stage permet de fournir une méthode opérationnelle que les gestionnaires pourront mettre en œuvre sur les réserves. L'intégration et l'analyse des résultats dans les plans de gestion permettront alors de justifier et d'évaluer de façon périodique les choix de gestion.