ÉCOLOGIE DES ZONES HUMIDES

Concepts, méthodes et démarches

Jan-Bernard Bouzillé, coordonnateur

TEC & DOC

Lavoisier

Écologie des zones humides

Concepts, méthodes et démarches

Coordonné par

Jan-Bernard Bouzillé

Professeur émérite à l'université de Rennes 1

TEC & DOC

www.editions.lavoisier.fr

Chez le même éditeur

Connaissance de la biodiversité végétale – Démarches et outils technologiques
J.-B. Bouzillé, 2014

Gestion des habitats naturels et biodiversité – Concepts, méthodes et démarches
J.-B. Bouzillé, 2007

Écologie – Approche scientifique et pratique
C. Faurie, C. Ferra, P. Médori, J. Dévaux, J.-L. Hemptinne, 6e édition, 2011

Diagnostic, aménagement et gestion des rivières
G. Degoutte, 2012

Écologie des eaux courantes
E. Angelier, 2000

Écologie du paysage – Concepts, méthodes et applications
J. Baudry, F. Burel, 1999

Les biomarqueurs dans l'évaluation de l'état écologique des milieux aquatiques
J.-C. Amiard, C. Amiard-Triquet, 2008

La restauration écologique des estuaires
J.-P. Ducrotoy, 2010

Éco-éthologie de la reproduction des poissons
J. Bruslé, J.-P. Quignard, 2012

Forêts alluviales d'Europe
A. Schnitzler-Lenoble, R. Carbiener, 2007

Direction éditoriale : Emmanuel Leclerc
Édition : Mélanie Kucharczyk
Couverture : Patrick Leleux PAO (14000 Caen)
Fabrication : Estelle Perez
Composition : Patrick Leleux PAO (14000 Caen)
Impression : Imprimerie Nouvelle Laballery, Clamecy

Photos de couverture :
poisson : © Regormark – Fotolia.com ; roseaux : © Tsach – Fotolia.com

© 2014, Lavoisier, Paris
ISBN : 978-2-7430-1550-3

Liste des auteurs

Jan-Bernard Bouzillé, Professeur émérite à l'Université de Rennes 1, UMR 6553 Écobio, Université de Rennes 1-CNRS

Ahmed Aidoud, Ingénieur de Recherche CNRS, UMR 6553 Écobio, Université de Rennes 1-CNRS

Anne Bonis, Chargé de recherche CNRS, HDR, UMR 6553 Écobio, Université de Rennes 1-CNRS

Bernard Clément, Maître de conférences honoraire à l'Université de Rennes 1

Laurence Hubert-Moy, Professeur d'université, Université de Rennes 2

Jean-Marc Paillisson, Ingénieur de Recherche CNRS, UMR 6553 Écobio, Université de Rennes 1-CNRS

Avant-propos

Les zones humides sont des systèmes écologiques très variés, supports d'une grande diversité biologique et de nombreux services rendus aux sociétés humaines. Leur situation, entre milieux aquatiques et milieux terrestres, rend souvent difficile leur délimitation. L'analyse des processus écologiques n'est pas non plus aisée à conduire, car les interactions fonctionnelles sont très nombreuses et il est souvent compliqué de les déchiffrer. Les fortes dégradations subies par les zones humides ces dernières décennies mènent parfois à leur destruction, mais elles ont suscité de nombreuses études visant notamment à promouvoir une meilleure gestion de ces milieux afin d'assurer leur sauvegarde. Cependant, de nombreux champs de recherche restent encore à explorer compte tenu de la complexité fonctionnelle des zones humides sur le plan écologique.

Les co-auteurs de cet ouvrage, impliqués depuis de nombreuses années dans l'étude des zones humides, ont apporté leur contribution dans trois axes principaux concernant des problématiques très actuelles :

– la délimitation et la caractérisation ;

– l'évaluation du fonctionnement écologique ;

– la gestion des fonctionnalités.

L'orientation opérationnelle volontairement retenue dans cet ouvrage nécessite néanmoins la présentation de concepts incontournables pour prétendre concevoir des scénarios judicieux du point de vue fonctionnel. De nombreux raisonnements prenant en compte les concepts et notions actuels de biologie des populations et d'écologie des communautés sont exposés dans cet ouvrage de manière à aider les praticiens dans l'exercice de leur mission. Dans ces champs scientifiques de l'écologie des communautés et des populations, sont notamment présentés les raisonnements qui conduisent à identifier les phases clés du succès des populations et des biocénoses ainsi que les moteurs environnementaux de leur diversité. Le recours à des outils modernes d'investigation est détaillé à plusieurs reprises en mobilisant en particulier des études sur les

poissons, les écrevisses, la végétation aquatique et les prairies de marais. Bien que les propos s'appuient sur des exemples particulièrement étudiés par les auteurs, les méthodes et les démarches proposées sont généralisables à un grand nombre de zones humides.

Un aspect très original de l'ouvrage concerne la présentation des moyens d'inventaire, de délimitation et de caractérisation des zones humides. Ce n'est que récemment, en effet, que les outils de télédétection de type satellitaire ou lasers aéroportés offrent des possibilités d'améliorer fortement les démarches relatives aux approches spatiales descriptives et fonctionnelles. Ainsi, les nouveaux capteurs de télédétection à très haute résolution spatiale permettent d'observer les zones humides de façon très détaillée spatialement et dans des domaines de longueurs d'ondes différents. Par ailleurs, la fréquence plus élevée des observations effectuées par les nouvelles constellations de satellites permet d'envisager le suivi de ces écosystèmes à des échelles infra- et interannuelles. L'exploitation des séries de données acquises par ces capteurs génère des indicateurs d'état et de fonctionnement des zones humides non pas seulement à l'échelle d'un site, mais sur des territoires plus vastes.

Cet ouvrage propose également une présentation de la démarche d'évaluation fonctionnelle des zones humides. Les orientations proposées sont issues de travaux qui ont été réalisés par des équipes pluridisciplinaires soutenues par l'Union européenne. En qualité de partenaire de trois projets intégrés successifs, FAEWE (*Functional Analysis of European Wetland Ecosystems*), PROTOWET (*Procedural Operationalisation of Techniques for the functional analysis Of European Wetland ecosystems*), EVALUWET (*European VALuation and assessment tools supporting WETland ecosystem*) des 3e, 4e et 5e programmes-cadre de l'Union européenne, nous avons élaboré une procédure d'évaluation fonctionnelle des zones humides, dont la production d'une interface numérique.

Parmi les préoccupations actuelles touchant les zones humides, la préservation de la biodiversité représente un enjeu actuel majeur. En s'appuyant sur une problématique opérationnelle précise, un cadre de raisonnement mobilisant des méthodes et des démarches est proposé de façon à réaliser un suivi de la dynamique de la biodiversité en relation avec la gestion de l'eau.

Devenues actuellement objet de grand intérêt à toutes les échelles d'investigation, y compris communale, les zones humides méritent que des études intégrant toutes les dimensions, scientifiques, économiques et sociales, soient entreprises en associant tous les acteurs concernés par leur connaissance et leur gestion conservatoire. L'objectif majeur de cet ouvrage est d'apporter des méthodes et des démarches pour faciliter et rendre plus efficaces les investigations conduites dans le domaine écologique.

Les auteurs remercient l'ensemble des partenaires qui ont permis, par leurs travaux, leurs questionnements ou leurs observations, de contribuer à documenter cet ouvrage. Nous remercions en particulier nos collègues chercheurs,

ingénieurs, techniciens, doctorants des UMR Ecobio et LETG Rennes-Costel et plus généralement de l'OSU de Rennes, qui ont contribué au développement des problématiques de recherche sur les zones humides et à leur mise en œuvre. Nos remerciements sont adressés également au Parc interrégional du Marais poitevin, à la mairie des Magnils-Reigniers, à la Réserve naturelle nationale de Saint-Denis-du-Payré, au Parc naturel régional des marais du Cotentin et du Bessin, à la Station biologique de la Tour du Valat et au Parc naturel régional de Brière. Les auteurs remercient enfin Lubomír Tichý, qui a bien voulu accorder son autorisation de reproduction pour les captures d'écran des résultats issus du logiciel *Juice*®.

Table des matières

Avant-propos V

Introduction 1

Chapitre 1

Problématiques relatives aux zones humides. 5

1. Organisation structurale des zones humides. 6
   1.1. Définition et délimitation des zones humides 6
   1.2. Caractérisation des zones humides 9
2. Interactions fonctionnelles et processus écologiques. 11
   2.1. Principales fonctions des zones humides et interactions fonctionnelles . 11
   2.2. Une notion centrale : l'hydropériode 12
   2.3. Démarche d'analyse 13
3. Évaluation fonctionnelle des zones humides. 13
   3.1. Une nécessité incontournable 13
   3.2. Une démarche visant à établir l'état de santé de l'écosystème 14
4. Problématiques de gestion des zones humides. 16
   4.1. Cadre général 16
   4.2. Principes des démarches. 17

Annexe du chapitre 1

Outils à développer pour faciliter la démarche d'identification des habitats humides (Utilisation du logiciel *Juice*®). 19

Chapitre 2

Délimitation et caractérisation des zones humides 25

Préambule 25

1. Délimitations conceptuelles 28
   1.1. Zones contributives ou espaces de fonctionnalités 30

1.2. Considérations sur les critères issus de la loi 30
1.2.1. « Terrains habituellement inondés » 30
1.2.2. « Terrains gorgés d'eau de façon permanente ou temporaire » . .30
1.2.3. « Présence d'une végétation hygrophile » 31

2. Délimitations opérationnelles à l'échelle cadastrale. 32
2.1. Critères et méthodes relatifs aux sols 33
2.2. Critères et méthodes relatifs à la végétation 36
2.3. Procédure Ellenberg 37
2.3.1. Principe 37
2.3.2. Démarche 37
2.3.3. Domaine de validité 38

3. Délimitation et caractérisation à l'échelle d'un site 39
3.1. Délimitation des zones humides potentielles. 41
3.1.1. Question des données et des méthodes 41
3.1.2. Exemple des zones humides potentielles des marais du Couesnon 43
3.2. Délimitation et caractérisation des zones humides effectives 46
3.2.1. Question des données et des méthodes 46
3.2.2. Exemple des zones humides effectives du bassin de la Lizonne en Dordogne. 50

Conclusion 54

Annexe du chapitre 2

Outil de détermination des indices d'Ellenberg (utilisation du logiciel *Juice*®). 55

Chapitre 3

Hydropériode des zones humides : un déterminant écologique fondamental de la dynamique de la biodiversité 61

Hydropériode des zones humides : un enjeu de gestion clé pour les poissons 65

1. Habitats semi-aquatiques et poissons 66

2. Utilisation des zones inondables par les poissons. 68
2.1. Habitats inondables et biodiversité de poissons 68
2.2. Quand les poissons rejoignent-ils les habitats temporairement inondés ? 73
2.3. Migrations ou mouvements journaliers de poissons entre habitats sources et habitats temporairement inondés ? 77
2.4. Gestion de l'eau, un art subtil aux effets mesurables à grande échelle . .82
2.5. Notion de surface utile – évaluer la surface d'un habitat inondable réellement colonisée par les poissons 87
2.6. Connectivité latérale, une condition à l'utilisation des zones inondées par les poissons. 89

3. Fonctionnalités des zones humides 94
3.1. Quelles fonctions les zones inondables assurent-elles réellement ? Apport de l'analyse des structures de population 94
3.2. Quels rôles les poissons et écrevisses ont-ils dans les zones inondables ? La voie d'exploration des chaînes alimentaires 97

4. Règles de décision et recommandations pour une gestion de l'hydropériode centrée sur la question de la biodiversité piscicole ?. 101

Hydropériode des zones humides : un enjeu décisif pour la structure des communautés végétales et leur diversité 102

1. Différents types de communautés végétales contribuant à la biodiversité des zones humides 102

2. Variabilité de l'hydropériode : un enjeu clé pour le maintien de la diversité des communautés de plantes aquatiques 104
2.1. Modalités de recolonisation des habitats 104
2.1.1. Recolonisation par le voisinage plus ou moins proche 104
2.1.2. Recolonisation de l'habitat par l'expression d'un stock de graines local 105
2.2. Conditions d'expression du stock de graines 106
2.2.1. Exemple des plantes adventices annuelles de cultures. 106
2.2.2. Quelles stratégies pour le maintien des populations de plantes aquatiques dans des habitats aquatiques temporaires et variables ?. 107
2.3. Un compartiment capital pour le maintien des communautés de plantes aquatiques : le stock de graines 113
2.3.1. Dynamique du stock de graines 113
2.3.2. Maintien du stock de graines sur plusieurs années 116
2.3.3. Remobilisation du stock de graines du sol 119
2.4. Maintien des communautés aquatiques grâce à la coexistence de stratégies sur le long terme 120

3. Interactions biotiques et compétition : des mécanismes structurant des communautés végétales dans les zones humides. 123

4. Réponses des espèces et des communautés végétales prairiales à l'hydropériode : une analyse conduite *in situ* pour prédire l'effet des changements 128
4.1. Réponses des espèces à l'hydropériode 130
4.2. Importance d'une démarche probabiliste pour décrire la structure de la biodiversité sur le terrain 133
4.3. Prise en compte de la durée pour interpréter les réponses. 135

5. Mosaïque d'hydropériodes : l'hétérogénéité spatiale de l'hydropériode et de la salinité de l'eau, source de diversité 136

6. Impacts floristiques et agronomiques d'une inondation printanière prolongée en prairies de marais 139
6.1. Des variations topographiques qui pilotent des contrastes de durée d'inondation 141
6.2. L'inondation prolongée et le maintien des nappes modifient-elle la structure des communautés végétales ? 141

6.3. Allongement de l'inondation au printemps : quel impact sur la capacité de production de biomasse ? 145
6.4. Effet d'un changement d'hydropériode en tenant compte des pratiques pastorales 150

Conclusion 150

Chapitre 4

Démarches pour le suivi de la biodiversité en relation avec la gestion de l'eau. 153

1. Cadre de raisonnement pour le monitoring 154
1.1. Différents types de marais : vers le choix de sites pilotes 156
1.2. Concept de bio-indicateur 157
1.3. Connaissances sur les bio-indicateurs des zones humides 158
1.4. Intérêts et limites des bio-indicateurs des zones humides dans le cadre du suivi planifié dans le Marais poitevin. 158
1.5. Exemples de choix raisonnés de suivis d'habitats et de bio-indicateurs . . 160
1.5.1. Des suivis raisonnés par type d'habitat 160
1.5.2. Choisir des composantes de la biodiversité dans le cadre d'une approche fonctionnelle 161
1.6. Paramètres environnementaux à mesurer en parallèle des suivis de biodiversité. 162

2. Nécessaire cohérence entre les protocoles et l'analyse des données 165
2.1. Importance de la stratégie d'acquisition des données pour la qualité du suivi 166
2.1.1. Qu'est-ce qu'une donnée ? 166
2.1.2. Puissance statistique 166
2.1.3. « Bruit » ou variabilité non informative dans le jeu de données 167
2.1.4. Un échantillonnage représentatif 168
2.1.5. Situations contrôles ou témoins 169
2.2. Les contrastes peuvent structurer l'analyse des données 169

3. Exemple d'analyse et d'interprétation des données. 172
3.1. Données de biodiversité disponibles. 174
3.2. Données relatives aux conditions environnementales et à la gestion . 174
3.3. Analyses de données. 175
3.4. Lien entre la végétation et le régime hydrologique et les modalités de gestion agricole des prairies 176
3.5. Caractérisation fonctionnelle de la flore. 177
3.6. Lien entre le régime hydrologique et les caractéristiques fonctionnelles de la flore 180

Chapitre 5

Évaluation fonctionnelle des zones humides 183

1. Quelles fonctions et services évaluer ? 185

1.1. Fonctions et processus fonctionnels hydrologiques 185
1.2. Fonctions et processus biogéochimiques 187
1.3. Fonctions écologiques 188
1.3.1. Fonction biodiversité 188
1.3.2. Fonction réseau trophique 189
1.4. Services rendus par l'écosystème 189

2. Principes de l'évaluation 190
2.1. Quel espace évaluer ? 191
2.2. Quelles données utiliser ? 192
2.2.1. Base de données ou de connaissances 193
2.2.2. Indicateurs 193
2.3. Comment déterminer la performance d'un processus fonctionnel ? . . 196

3. Procédures d'évaluation 196
3.1. Délimitation des unités hydro-géomorphologiques 200
3.2. Fiches d'enregistrement des données 200
3.3. Questionnaire d'évaluation 202
3.4. Exemple de procédures d'évaluation 204
3.4.1. Critères de contrôle 204
3.4.2. Fiche d'évaluation 207
3.4.3. Grille d'évaluation 208
3.4. Évaluation des fonctions et utilisation des résultats 212

4. Discussion 213

Conclusion 217

Références bibliographiques 221

Liste des sigles et abréviations 237

Index 239

Introduction

La qualité de l'eau et la qualité de l'air constituent actuellement des préoccupations majeures en ce qui concerne notre environnement et la santé humaine. De nombreuses études ont montré que les zones humides peuvent contribuer à améliorer ces qualités, notamment la qualité de l'eau. Il semble que les instances politiques aient bien intégré ce message scientifique si l'on se réfère aux actions mises en place sur le territoire national. Ces actions sont en fait consécutives à la loi sur l'eau de 1992, au Plan national d'actions pour les zones humides de 1995 et à la directive-cadre sur l'eau adoptée en 2000 à l'échelle européenne. L'arrêté du 24 juin 2008 puis les versions ultérieures précisent les critères de définition et de délimitation des zones humides, témoignant ainsi de la volonté d'engager un programme de conservation des zones humides. Celles-ci font donc l'objet d'opérations s'inscrivant dans différents domaines, politique, juridique, sociologique, environnemental…

Plusieurs ouvrages ont exploré ces différentes dimensions, notamment en France *Fonctions et valeurs des zones humides* (Fustec et Lefeuvre, 2000) et *Conserver les zones humides : pourquoi ? comment ?* (Barnaud et Fustec, 2007) qui présentent une synthèse sur l'ensemble des connaissances acquises sur les écosystèmes humides, en particulier concernant leurs fonctions écologiques et leurs valeurs socio-économiques. Les outils juridiques sont également recensés dans le cadre d'une politique de conservation et de restauration des zones humides.

Le présent ouvrage ne se donne donc pas pour objectif de reprendre tous ces aspects, somme toute fort bien exposés dans les ouvrages cités ci-dessus. Son propos est principalement axé sur les dimensions biologiques et écologiques des zones humides en privilégiant les méthodes et les démarches à mettre en œuvre pour les appréhender. Ainsi, délimiter une zone humide, réaliser des suivis de sa biodiversité et évaluer ses fonctionnalités nécessitent des compétences tant conceptuelles que pratiques qui sont développées dans cet ouvrage. L'accent est également mis sur les interactions fonctionnelles au sein des zones humides, notamment dans le cadre des fonctions d'habitats et en intégrant les processus qui génèrent les états de biodiversité.

Le raisonnement de base retenu considère, quelle que soit la fonction écologique prise en compte, que les fonctions des écosystèmes sont dépendantes de processus et de mécanismes étroitement liés aux composantes structurales. Il est donc fondamental d'aborder l'écologie des zones humides en s'intéressant aux liens entre structure et fonctions. Ce cadre de raisonnement est en fait classique en sciences de la vie dans une perspective de compréhension des systèmes vivants. On le retrouve notamment en médecine où l'anatomie et l'histologie sont des disciplines requises pour comprendre le fonctionnement biologique de l'être humain mais aussi pour établir des diagnostics de santé. Ce parallèle avec la médecine invite à adopter une démarche générale très semblable. Les expressions d'« état de santé » et de « diagnostic d'état » des écosystèmes illustrent bien les similitudes d'approche.

Précisément, il est attendu des scientifiques de fournir des critères, des indicateurs fiables à prendre en compte pour déterminer le bon état fonctionnel d'une zone humide. Si des données relatives aux paramètres abiotiques sont souvent nécessaires à ce sujet, les composantes biologiques peuvent aussi apporter des informations pertinentes. On reconnaît par exemple que les cortèges floristiques, selon la nature des espèces qui les composent, révèlent les conditions écologiques de leur milieu de vie à une échelle stationnelle. Les cortèges faunistiques sont, selon le groupe zoologique considéré, sources d'informations à des échelles plus larges telles qu'aux niveaux de complexes d'habitats ou de vastes zones humides. Par exemple, les poissons qui seront plus particulièrement pris pour exemple dans l'ouvrage, tout au moins certaines espèces, sont considérés comme de bons indicateurs de la santé de zones humides car leur distribution est étroitement liée à la qualité de l'habitat local mais aussi à la connectivité entre les habitats.

L'objectif majeur de cet ouvrage est de proposer des démarches et des méthodes visant à donner des moyens pour procéder à l'établissement de diagnostics d'état et pour concevoir des principes raisonnés de gestion conservatoire ou de restauration des zones humides. En d'autres termes et en reprenant un langage médical, le but est de disposer d'éléments permettant d'établir l'état de santé d'une zone humide, de l'ausculter en quelque sorte pour découvrir d'éventuels symptômes de dysfonctionnement, en comprendre les raisons afin de préconiser une thérapeutique fondée sur des prescriptions appropriées.

Cette démarche générale a conduit à adopter un plan de l'ouvrage qui, après avoir exposé les principales problématiques concernant les zones humides, aborde successivement les questions concernant la délimitation et la caractérisation des zones humides, leur fonctionnement en s'appuyant sur des études de cas, les démarches pour le suivi de leur biodiversité et leur évaluation fonctionnelle. Outre l'apport de connaissances théoriques, ces différents points comportent des exemples permettant de concrétiser les méthodes et les démarches qui peuvent être mises en œuvre.

Cet ouvrage n'a pas l'ambition de répondre à toutes les questions qui se posent à propos des zones humides compte tenu des multiples situations qui peuvent être rencontrées. En revanche, il s'attache à dégager des modalités d'étude de ces écosystèmes pour évaluer et préserver leur intégrité fonctionnelle et, au-delà, pour s'inscrire dans une perspective de développement durable.

ÉCOLOGIE DES ZONES HUMIDES

Concepts, méthodes et démarches

Les zones humides peuvent contribuer à améliorer la qualité de l'eau et font l'objet d'un programme de restauration et de conservation. La demande de recherches fondamentales sur les processus et les mécanismes permettant de comprendre le fonctionnement et les services écosystémiques des zones humides reste forte. De même, les démarches concrètes et opérationnelles sont des besoins exprimés par les gestionnaires.

Écologie des zones humides répond à ces demandes en offrant un vaste tour d'horizon des démarches scientifiques et des procédures utiles à la conduite de suivis et d'études. L'orientation opérationnelle retenue ici s'appuie sur des concepts et des notions de biologie des populations et d'écologie des communautés, exposés de manière à aider les praticiens dans l'exercice de leur mission, à travers trois grands axes :

– la **délimitation et la caractérisation des zones humides**, en prenant en compte l'arrêté du 24 juin 2008 et ses versions suivantes et en présentant les outils de télédétection qui offrent des possibilités d'améliorer les approches spatiales descriptives et fonctionnelles ;

– la **dynamique de la biodiversité en relation avec la gestion de l'eau**, un objectif étant de proposer des méthodes et des outils utiles à la gestion durable des zones humides en considérant divers résultats d'expériences de recherche appliquée ;

– la **présentation de procédures d'évaluation des fonctions écologiques des zones humides**. En s'appuyant sur l'expérience de quatre projets de recherche intégrés de l'Union européenne, les fondements et les principes de l'évaluation décrits permettent d'apporter une aide à la décision afin de mieux gérer les espèces et les écosystèmes, de restaurer ou réhabiliter leurs états et leurs fonctions.

Écologie des zones humides développe particulièrement la dimension *biodiversité* et de *groupes bio-indicateurs* et s'attache à établir des liens entre les questions de gestion concrète qui se posent dans les zones humides et les mécanismes biologiques et écologiques impliqués. Les démarches expérimentales proposées s'inscrivent dans une orientation scientifique en plein développement, l'**ingénierie écologique**, qui requiert une collaboration étroite entre chercheurs et gestionnaires.

Cet ouvrage s'adresse à la fois aux scientifiques et aux gestionnaires. Il est destiné aux étudiants de licence et master en sciences de la vie et de l'environnement, en géographie et en aménagement du territoire, ainsi qu'aux étudiants des formations professionnelles en environnement (BTS, DUT, écoles d'ingénieurs, licences et masters). Il répond également aux préoccupations des gestionnaires et praticiens chargés d'étude du patrimoine naturel.

Jan-Bernard Bouzillé est professeur émérite à l'Université de Rennes 1, rattaché à l'équipe Structure et dynamique de la diversité de l'UMR Ecobio. Il préside le conseil scientifique régional du patrimoine naturel (CSRPN) des Pays de la Loire et est membre de plusieurs conseils scientifiques concernés par la gestion de la biodiversité. Il s'est entouré de spécialistes reconnus de l'écologie des zones humides tant d'un point de vue fondamental qu'appliqué.

www.editions.lavoisier.fr

978-2-7430-1550-3