

Geneviève Barnaud, Éliane Fustec

# Conserver les zones humides : pourquoi ? comment ?



Sciences en partage

éditions  
Quæ

educagri  
éditions



# Conserver les milieux humides :

pourquoi ? comment ?



# Conserver les milieux humides : pourquoi ? comment ?

Geneviève Barnaud  
Éliane Fustec

## Dans la même collection

- *La troublante histoire de la jachère*, P. Morlon, F. Sigaut, à paraître en 2008, environ 200 p.
- *Conseiller en agriculture*, J. Remy, H. Brives, B. Lemery, 2006, 276 p.
- *Bien-être animal et travail en élevage, textes à l'appui*, J. Porcher, 2004, 264 p.

Maquette, couverture : Brigitte Mignotte

Photos de couverture : Eliane Fustec, Geneviève Barnaud

Aux termes du *Code de la propriété intellectuelle*, toute reproduction ou représentation, intégrale ou partielle, de la présente publication, faite par quelque procédé que ce soit (reprographie, microfilmage, scannérisation, numérisation...) sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite et constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles L 335-2 et suivants du *Code de la propriété intellectuelle*.

L'autorisation d'effectuer des reproductions par reprographie doit être obtenue auprès du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) – 20 rue des Grands-Augustins 75006 Paris – Tél : 01 44 07 47 70 / Fax : 01 46 34 67 19.



© Educagri éditions/Quae éditions, 2007  
ISBN (Educagri éditions) 978-2-84444-613-8  
ISBN (Quae éditions) 978-2-7592-0056-6

Educagri éditions  
BP 87999 - 21079 DIJON CEDEX  
Tél. 03 80 77 26 32 - Fax 03 80 77 26 34  
[www.editions.educagri.fr](http://www.editions.educagri.fr) [editions@educagri.fr](mailto:editions@educagri.fr)

Éditions Quae  
c/o Inra - RD 10 78026 VERSAILLES CEDEX  
Tél. 01 30 83 35 48 - Fax 01 30 83 34 49  
[www.quae.com](http://www.quae.com)

# Sommaire

INTRODUCTION	9
<b>Chapitre 1 – La spécificité des milieux humides</b>	<b>13</b>
1. Entre terres et eaux : des systèmes écologiques intermédiaires	15
2. De l'eau en abondance : la clé du fonctionnement des milieux humides	17
2.1. <i>Les caractéristiques géomorphologiques : où et comment se présentent ces milieux ?</i>	17
2.2. <i>D'où vient l'eau qui alimente les milieux humides ?</i>	19
2.3. <i>Les sorties d'eau : diverses voies possibles</i>	20
2.4. <i>Le régime des eaux : un révélateur de la diversité fonctionnelle des écosystèmes humides</i>	21
2.5. <i>Les incidences des différents régimes des eaux</i>	25
3. Les sols des milieux humides : des sols hydromorphes	27
3.1. <i>Les sols minéraux</i>	27
3.2. <i>Les histosols : des sols organiques spécifiques des milieux humides</i>	31
4. Adaptations et stratégies des organismes vivants : une question de survie	32
4.1. <i>Les micro-organismes : des adaptations métaboliques</i>	32
4.2. <i>Les végétaux : adaptations morphologiques, physiologiques et stratégiques</i>	34
4.3. <i>Les animaux : une multitude d'adaptations et de stratégies remarquables</i>	36
4.4. <i>Les hommes : vivre avec les contraintes, les contrôler ou les éliminer</i>	37
<b>Chapitre 2 – La diversité des milieux humides</b>	<b>39</b>
1. La dynamique naturelle : origine, différenciation et évolution des milieux humides	41
1.1. <i>L'origine des milieux humides : géologie et paléoclimats</i>	41
1.2. <i>La diversification des milieux humides : le poids des contraintes</i>	42
1.3. <i>L'évolution à long terme des milieux humides : disparition ou renouvellement</i>	45
2. La dynamique anthropique : usages et aménagements	47
2.1. <i>L'exploitation des milieux humides : de multiples ressources</i>	47
2.2. <i>L'assèchement : conquérir de nouveaux espaces</i>	50
2.3. <i>L'aménagement des cours d'eau : fixer les lits, réguler les débits</i>	52
2.4. <i>Les prélèvements d'eau excessifs : un problème pour les milieux naturels</i>	53
3. Les milieux humides continentaux	54
3.1. <i>Des systèmes isolés : les milieux pas ou peu influencés par les cours d'eau</i>	55
3.2. <i>Les milieux associés aux cours d'eau : un continuum d'écosystèmes variés</i>	59
4. Les milieux humides littoraux	63
4.1. <i>Vasières et marais salés</i>	64
4.2. <i>Lagunes et étangs d'arrière-dunes</i>	66
4.3. <i>Les marais aménagés</i>	67
<b>Chapitre 3 – Les fonctions des milieux humides</b>	<b>69</b>
1. La notion de fonction : des processus naturels aux services rendus	71
2. L'influence des milieux humides sur le régime des eaux	72

2.1. <i>Le stockage à court terme des eaux de crue</i>	72
2.2. <i>Le stockage à plus long terme des eaux de crue</i>	74
2.3. <i>Le laminage et la désynchronisation des pics de crue</i>	74
2.4. <i>La recharge des nappes</i>	75
2.5. <i>Le soutien des étiages</i>	76
2.6. <i>La dissipation des forces érosives et la recharge du débit solide des cours d'eau</i>	76
2.7. <i>Les effets internes du stockage des eaux de crue dans les milieux humides</i>	76
3. <i>L'influence des milieux humides sur la qualité des eaux</i>	78
3.1. <i>La rétention des matières en suspension (MES) et des éléments associés</i>	78
3.2. <i>La rétention et le devenir du phosphore dans les milieux humides</i>	80
3.3. <i>La rétention et l'élimination de l'azote dans les milieux humides</i>	82
3.4. <i>La rétention des éléments en traces potentiellement toxiques (ETPT)</i>	86
3.5. <i>La rétention et la transformation des micropolluants organiques</i>	88
3.6. <i>L'exportation de carbone organique</i>	90
3.7. <i>Les bandes enherbées</i>	91
4. <i>Les habitats humides : une contribution majeure à la biodiversité</i>	92
4.1. <i>La diversité des écosystèmes humides</i>	93
4.2. <i>Le rôle de la végétation dans la structuration des habitats</i>	94
4.3. <i>L'importance des connexions entre milieux</i>	95
4.4. <i>Une multitude de micro-habitats pour les invertébrés</i>	96
4.5. <i>Des habitats conformes aux besoins des amphibiens et de certains reptiles</i>	96
4.6. <i>Des habitats annexes indispensables aux peuplements piscicoles</i>	97
4.7. <i>Une diversité d'habitats complémentaires pour les oiseaux</i>	100
4.8. <i>Les mammifères : des hôtes habituels et des espèces de retour</i>	103
5. <i>La variabilité fonctionnelle des milieux humides</i>	105
<b>Chapitre 4 – Les valeurs des milieux humides</b>	<b>109</b>
1. <i>Une question complexe</i>	111
2. <i>Comment estimer les valeurs des milieux humides</i>	114
2.1. <i>Les différentes catégories de « valeurs »</i>	115
2.2. <i>Les méthodes d'évaluation quantitative</i>	115
3. <i>Des évaluations économiques à l'échelle mondiale</i>	117
4. <i>Les produits des milieux humides</i>	119
4.1. <i>La productivité des milieux humides</i>	120
4.2. <i>L'importance et la valeur des produits aquatiques</i>	121
4.3. <i>Fourrages et produits d'élevage</i>	123
4.4. <i>Les roseaux et autres productions végétales</i>	126
4.5. <i>La valorisation des produits des milieux humides</i>	127
5. <i>L'évaluation économique des services rendus par les milieux humides</i>	128
5.1. <i>Le contrôle des crues</i>	129
5.2. <i>La protection contre l'érosion des berges fluviales et du littoral</i>	130
5.3. <i>L'épuration des eaux</i>	130
6. <i>La valeur récréative, éducative et culturelle des milieux humides</i>	132
6.1. <i>Les activités récréatives</i>	132
6.2. <i>La valeur éducative des milieux humides</i>	134
6.3. <i>L'importance culturelle des milieux humides</i>	135

<b>Chapitre 5 – Connaître la ressource en zones humides</b>	<b>139</b>
1. Les critères d'identification, une trilogie incontournable	141
1.1. <i>Une variété de définitions aux implications multiples</i>	141
1.2. <i>Les critères</i>	144
1.3. <i>Les combinaisons de critères et la délimitation</i>	145
1.4. <i>Logique d'ensemble des démarches</i>	150
2. Caractérisation de l'état	149
2.1. <i>Vers un portrait réaliste</i>	150
2.2. <i>Des obligations plus ou moins respectées</i>	151
2.3. <i>Des pistes prometteuses</i>	152
3. Typologies opérationnelles	153
3.1. <i>Les classifications de grande envergure</i>	154
3.2. <i>Les dispositifs européens</i>	155
3.3. <i>Les systèmes nationaux</i>	156
3.4. <i>Les typologies fonctionnelles</i>	156
4. Des inventaires multiples	159
4.1. <i>Les approches à visée mondiale</i>	159
4.2. <i>Une volonté d'exhaustivité</i>	162
4.3. <i>Des initiatives à foison, pas faciles à coordonner</i>	163
<b>Chapitre 6 – Une batterie d'outils aux objectifs variés</b>	<b>173</b>
1. La réglementation des usages	175
2. Les bijoux protégés	179
2.1. <i>Les espaces protégés d'intérêt national</i>	179
2.2. <i>Les espèces et habitats protégés d'intérêt européen</i>	182
2.3. <i>Les sites d'intérêt mondial</i>	185
2.4. <i>L'appropriation d'espaces pour la sauvegarde de la nature</i>	190
3. Les marais habités et gérés	193
3.1. <i>Des territoires intégrés au tissu socio-économique</i>	193
3.2. <i>Les mesures agri-environnementales (MAE)</i>	194
3.3. <i>La planification en faveur d'espèces convoitées et de leurs habitats</i>	197
3.4. <i>Une fiscalité dissuasive ou incitative</i>	199
4. La prise en compte d'infrastructures naturelles	199
4.1. <i>La planification de la gestion de l'eau</i>	199
4.2. <i>Les schémas de planification de l'aménagement du territoire</i>	202
4.3. <i>Les contrats de milieux</i>	204
4.4. <i>Un nouvel élan, la Loi sur le développement des territoires ruraux</i>	205
<b>Chapitre 7 – Sur le terrain, différentes modalités d'intervention</b>	<b>209</b>
1. La gestion au jour le jour	211
1.1. <i>La gestion conservatoire</i>	212
1.2. <i>Inverser des dynamiques</i>	213
1.3. <i>L'incontournable plan de gestion</i>	216
1.4. <i>Une gestion exemplaire sous contrôle scientifique</i>	217
2. La réhabilitation, la restauration selon des objectifs fixés	218
2.1. <i>Une terminologie à préciser</i>	219

2.2. <i>Des schémas didactiques</i>	221
2.3. <i>Des techniques au service des objectifs</i>	226
2.4. <i>Des projets suivis scientifiquement</i>	229
2.5. <i>Les retours d'expérience</i>	230
3. Des créations en compensation	234
3.1. <i>Des zones humides contre des aménagements</i>	234
3.2. <i>Le réaménagement d'un bassin pour sauver la pêche côtière</i>	236
4. La lutte contre les espèces indésirables	238
4.1. <i>La vulnérabilité des milieux humides</i>	238
4.2. <i>Les espèces candidates</i>	240
4.3. <i>Quelques principes à respecter</i>	243
<b>Chapitre 8 – Un bilan contrasté, des perspectives alarmantes</b>	<b>248</b>
1. Des victimes du syndrome « mille-feuilles »	250
1.1. <i>La Camargue, une réputation en partie usurpée</i>	251
1.2. <i>Grand-Lieu, un système lacustre en sursis</i>	252
1.3. <i>Les enseignements tirés de ces expériences</i>	253
2. Des menaces supplémentaires	253
2.1. <i>Le réchauffement climatique</i>	254
2.2. <i>Des pressions accrues sur les zones côtières</i>	256
2.3. <i>Une demande croissante d'eau et de terres cultivables</i>	258
2.4. <i>Un trop plein de nutriments</i>	259
2.5. <i>Le développement accru d'espèces opportunistes</i>	259
2.6. <i>Des milieux contractés et isolés</i>	261
2.7. <i>Et des rétroactions...</i>	262
3. Agir de manière plus cohérente	263
3.1. <i>Des avancées en demi-teinte</i>	264
3.2. <i>L'intérêt des démarches visant à la gestion de l'eau</i>	265
4. Un long chemin parcouru, encore des défis à relever	267
Bibliographie	271
Sites internet	283
Sigles	285
Table des figures	287
Liste des tableaux	289
Index	291

# INTRODUCTION

Entre terres et eaux, marais, marécages, fagnes, mares, étangs, mais aussi bras morts, mouillères, landes et bois tourbeux, vasières, mangroves, récifs coralliens pour certains, marais agricoles, salines, gravières également, sont quelques représentants de ces écosystèmes particuliers, les milieux ou zones humides. Ils présentent des caractéristiques spécifiques mais aussi une grande diversité. Leur définition et leur délimitation donnent lieu, encore aujourd'hui, à de nombreux débats car les connaissances sur leur structure, leur fonctionnement et leurs différents rôles au sein de la biosphère n'ont été acquises qu'au cours d'une période relativement récente. Jusqu'alors, ils avaient peu suscité l'intérêt des scientifiques dans la mesure où ils se situaient à la marge de leurs domaines de prédilection, les écosystèmes terrestres et aquatiques. Milieux très productifs dans leur globalité, ces territoires ont été, depuis les temps les plus lointains, investis par les hommes qui ont tiré profit de cueillettes, de la chasse, de la pêche, de l'élevage et de cultures ainsi que de divers matériaux pour la construction de leurs habitats et la fabrication de nombreux objets usuels.

Pourtant, il y a quelques années, il a fallu se rendre à l'évidence : plus de la moitié des zones humides sur notre territoire comme sur l'ensemble de la planète avait disparu. Plusieurs raisons peuvent expliquer ce processus continu d'élimination et de dégradation de ces milieux longtemps considérés comme fort utiles.

Dans divers pays où les populations souffrent de la faim, la nécessité de répondre à des besoins vitaux a naturellement entraîné l'assèchement et la mise en culture de nombreux milieux humides aux sols riches, faciles à travailler et à approvisionner en eau. Toute autre considération, en particulier d'ordre environnemental, ne pouvait alors prévaloir sur cette demande pressante (Lambert, 2003).

Dans les pays développés, le désir d'accroître les profits immédiats est la raison principale de la transformation de ces écosystèmes en territoires dévolus à l'agriculture intensive et à l'urbanisation, après comblement ou drainage, ou encore à l'exploitation des ressources minières. Des politiques de « substitution » ont permis de poursuivre l'élimination de milieux humides naturels ou valorisés par certaines pratiques, l'élevage extensif en prairies humides par exemple. La possibilité de drainer ou de combler des zones humides

restait, en effet, autorisée à condition d'en créer de nouvelles avec des fonctions équivalentes, ce qui est loin d'être réalisable en raison de la complexité de tels systèmes.

Le manque de connaissances sur les milieux humides, en particulier sur l'ensemble de leurs propriétés et leur intérêt pour la collectivité, a aussi entretenu, pendant longtemps, un sentiment d'indifférence à l'égard du sort réservé à bon nombre d'entre eux. La mobilisation de longue date des associations de protection de la nature sur l'intérêt de conserver la richesse biologique de ces territoires, concrétisée par une convention internationale signée à Ramsar (Iran) en 1971, n'a pas suffi à enrayer les atteintes à ces écosystèmes. L'absence de méthodes permettant d'estimer la valeur économique, non seulement des produits mais aussi des services et des agréments fournis par les milieux humides a également constitué, jusqu'à une période récente, un obstacle à des infléchissements significatifs des politiques publiques en faveur de la conservation de ces écosystèmes.

Il a fallu attendre le début des années 1980 pour que les différentes fonctions des milieux humides soient identifiées et analysées par les scientifiques. Alors que les problèmes liés aux inondations et à la pollution des eaux s'amplifiaient, la mise en évidence des capacités de ces écosystèmes à réguler les crues et à stocker ou à éliminer divers polluants, en particulier les nitrates, a retenu l'attention des gestionnaires de l'eau et des responsables politiques. Dans de nombreux pays, la protection des zones humides a alors été imposée par des textes législatifs. En France, elle a été instaurée par la loi sur l'eau de 1992 et a suscité l'élaboration d'un Plan national d'action pour les zones humides en 1995, suite aux conclusions d'une évaluation interministérielle de leur état en métropole. Ce plan visait à accroître les connaissances sur ces milieux (inventaire, suivi, recherche), à mettre en cohérence les politiques publiques, à reconquérir des sites dégradés ainsi qu'à développer les actions d'information et de sensibilisation d'un large public. En 2002, il a été complété par la création de cinq pôles-relais (lagunes méditerranéennes, marais atlantiques, zones humides intérieures, tourbières, mares) qui assurent au plus près du terrain la mise en œuvre de ce plan.

Simultanément, des politiques internationales et européennes concernant ces milieux ont vu le jour. On dispose ainsi d'une large palette de mesures, réglementations et programmes d'action qui, normalement, devraient garantir le maintien et l'amélioration des zones humides. Malheureusement, un tel foisonnement nuit souvent à la compréhension des objectifs visés et suscite des appréhensions parmi les usagers directement concernés, en particulier parmi les acteurs du monde agricole.

Alors que se forge progressivement l'idée qu'il faut parvenir à concilier conservation et développement, cet ouvrage a pour objectif de présenter l'essentiel des connaissances acquises sur les écosystèmes humides, en particulier sur leurs diverses fonctions et leur valeur socio-économique. S'il est utile de restaurer l'image de ces milieux, encore trop souvent négative, il paraît également nécessaire de préciser la nature et la portée des divers outils juridiques et techniques actuellement mis en œuvre dans le cadre des politiques de conservation et de restauration des zones humides. Et cela sans craindre d'en souligner la complexité et de révéler des actions techniquement ou socialement inappropriées à côté de réussites partagées par différents usagers, agriculteurs, propriétaires forestiers, chasseurs, pêcheurs, producteurs de granulats, gestionnaires de l'eau et de la nature. Il ne saurait prétendre à l'exhaustivité, plusieurs des sujets abordés étant développés dans des ouvrages de plus en plus nombreux.

On notera que les termes « milieux humides » et « zones humides » sont utilisés indifféremment dès le début de cet ouvrage. Le terme *wetland*, apparu aux États-Unis, a été traduit par « terre humide » au Canada et a donné l'expression « zone humide » en français. Celle-ci a été contestée, car susceptible de prêter à confusion avec les grandes zones humides définies par les climatologues à l'échelle de la planète et avec la notion de zonage utilisée en aménagement du territoire. C'est pourquoi les termes « milieu humide » et « zone humide » seront utilisés de préférence à propos de leurs caractéristiques écologiques pour le premier, pour le second, présent dans les textes officiels, lorsqu'il s'agit des modalités d'action.



# *Chapitre 1*

## **La spécificité des milieux humides**



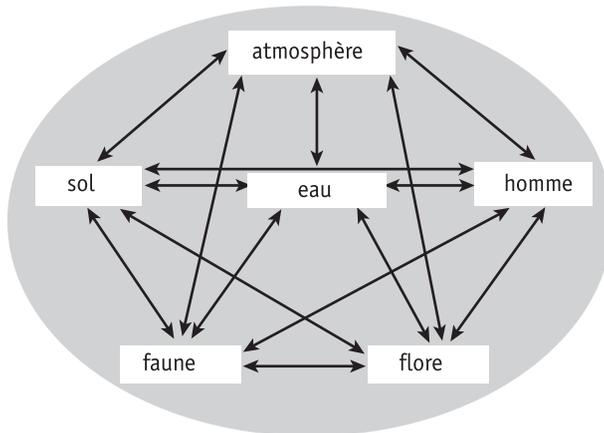
# 1. ENTRE TERRES ET EAUX : DES SYSTÈMES ÉCOLOGIQUES INTERMÉDIAIRES

À l'échelle de la planète, les milieux humides sont aujourd'hui reconnus comme une catégorie particulière de systèmes écologiques ou écosystèmes qui se différencient par leurs caractéristiques et leurs propriétés des deux autres grandes catégories représentées par les écosystèmes terrestres et les écosystèmes aquatiques.

Pour bien appréhender toutes les questions liées à la nature et au fonctionnement des milieux humides, à leur spécificité mais aussi à leur diversité, à leur évolution naturelle ou aux actions humaines qui s'y déploient, il est utile de rappeler un certain nombre de principes attachés à la notion de système et plus précisément d'écosystème.

– Les écosystèmes sont des ensembles organisés de divers éléments : au sein d'un écosystème on identifie, classiquement, des éléments physico-chimiques constituant le biotope (sédiment ou sol, eau, atmosphère) et des éléments vivants formant la biocénose (micro-organismes, flore, faune). Si l'homme est, parfois encore, considéré comme un élément externe des écosystèmes « naturels », il apparaît de plus en plus rationnel de l'intégrer, avec ses particularités propres, comme une de leurs composantes (Fig. 1).

Figure 1. Les différents éléments constitutifs d'un écosystème et leurs interactions



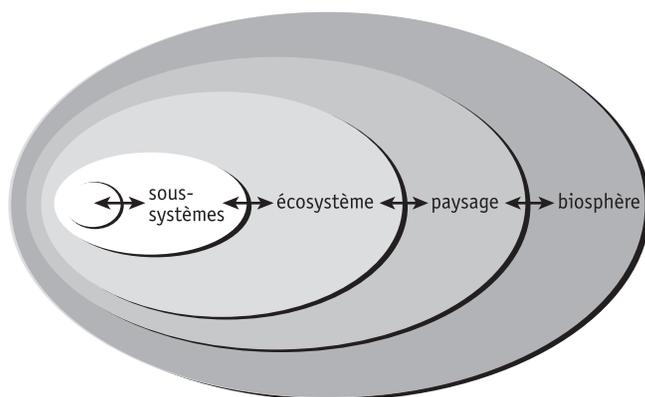
– Les différents éléments d'un écosystème sont interactifs : ils dépendent les uns des autres et agissent les uns sur les autres. Ces interactions sont directes ou indirectes et se manifestent avec plus ou moins d'intensité et de rapidité. Il en découle un fait essentiel, à savoir qu'on ne peut pas isoler ou modifier un des éléments sans entraîner des répercussions sur les autres.

– Tout système, il convient aussi de le rappeler, n'est pas simplement la somme de ses composantes et de la dynamique de chacune d'entre elles. L'ensemble des interactions et donc des contraintes qui s'exercent entre ces composantes conduit à l'émergence d'une entité nouvelle qui acquiert une structure, un fonctionnement et des propriétés qui lui sont propres.

– Cette entité n’est pas isolée, elle est à son tour en interaction avec des éléments qui lui sont extérieurs et qui constituent son environnement. Tout écosystème s’inscrit ainsi dans un ensemble hiérarchisé qui va d’un atome à la biosphère (Fig.2).

Figure 2. La hiérarchisation des systèmes écologiques

Un écosystème constitue l’environnement de niveaux inférieurs (sous-systèmes) et représente lui-même un sous-système pour un niveau supérieur désigné comme un paysage, un super-système ou un éco-complexe



– Avec ses nombreuses composantes biologiques et abiotiques, son faisceau d’interactions internes et d’échanges avec son environnement, un écosystème est un système complexe. La complexité des milieux humides tient en grande partie au fait qu’ils se situent « entre » milieux terrestres et milieux aquatiques du point de vue de leur structure et de leur fonctionnement. Ils sont donc généralement désignés comme des systèmes « intermédiaires », « de transition » ou « d’interface », trois qualifications souvent considérées comme interchangeable bien qu’elles n’aient pas exactement la même signification.

La qualification de systèmes « intermédiaires » est celle qui apparaît la plus appropriée à l’ensemble des milieux humides. Elle s’applique, en premier lieu, au caractère « humide » de ces écosystèmes qui fait référence à la présence d’eau et indique, implicitement, que ces milieux renferment moins d’eau que les systèmes aquatiques (cours d’eau, lacs, océans) mais davantage que les systèmes terrestres bien drainés. L’examen des particularités du fonctionnement hydrologique des milieux humides, des sols et des organismes vivants qui s’y développent permettra d’illustrer, dans la suite de ce chapitre, l’état intermédiaire de ces écosystèmes.

La qualification de milieux « de transition » ou « d’interface » fait intervenir une dimension spatiale qui ne devrait s’appliquer qu’à certains types de milieux humides, ceux qui sont localisés en bordure des cours d’eau, des estuaires ou des deltas, sur le littoral des lacs et des mers. À noter que la plupart des milieux humides correspondent également à des stades « de transition » d’un point de vue temporel car des processus d’atterrissement, détaillés par la suite, les transforment progressivement en milieux de plus en plus secs.

## 2. DE L'EAU EN ABONDANCE : LA CLÉ DU FONCTIONNEMENT DES MILIEUX HUMIDES

L'eau joue un rôle primordial dans la formation et l'évolution des milieux humides. Le niveau de l'eau, la fréquence et la durée des submersions, l'importance et la direction des différents flux sont autant de facteurs qui conditionnent la genèse des sols et leur fonctionnement biogéochimique de même que la composition et l'organisation des peuplements végétaux et animaux. Si la présence marquante de l'eau est l'apanage de tous les milieux humides, les entrées, la rétention et les sorties de l'eau peuvent être très différentes d'un système à un autre. Ces différences sont liées aux conditions climatiques mais elles sont aussi étroitement assujetties aux caractéristiques géomorphologiques des divers milieux.

### *2.1. Les caractéristiques géomorphologiques : où et comment se présentent ces milieux ?*

Les caractéristiques géomorphologiques des milieux découlent de leur localisation et de leur position topographique, de leur histoire géologique et de leur configuration. Les milieux humides se distribuent depuis le sommet des massifs montagneux jusqu'aux océans. Ils se sont mis en place sur divers substratums le plus souvent peu perméables, à l'occasion d'événements géologiques et climatiques anciens qui ont progressivement façonné le relief actuel. Ils sont localisés dans des dépressions en altitude et en plaine, sur des versants ou dans des zones de rupture de pentes, dans le fond des vallées, en bordure des lacs, des estuaires et du littoral maritime. En milieu continental, ils couvrent également de vastes étendues planes ou à faible relief.

Le fonctionnement hydrologique de ces écosystèmes dépend non seulement de leur localisation mais aussi de leur forme, de leur taille et de l'importance de leurs connexions avec les eaux de surface et souterraines. Certains milieux, en position sommitale ou sur des étendues plates n'ont que peu d'échanges avec leur environnement extérieur. Par contre, en montagne comme en plaine, de nombreux milieux possèdent des ouvertures à leur périphérie correspondant à l'entrée ou à la sortie d'un ou plusieurs cours d'eau. Le long des rivières, en bordure des lacs et du littoral, les milieux humides sont, en général, largement ouverts à des échanges avec les écosystèmes aquatiques adjacents. Par ailleurs, selon la perméabilité des matériaux présents en profondeur, les milieux peuvent avoir des échanges d'eau plus ou moins importants avec les aquifères sous-jacents.

## 2.2. D'où vient l'eau qui alimente les milieux humides ?

Trois types d'apports peuvent prendre part à l'approvisionnement en eau des milieux humides : les précipitations, les eaux de surface et les eaux souterraines.

– **Les précipitations**, essentiellement sous forme de pluie ou de neige, alimentent tous les milieux humides mais avec des variations de leur volume, de leur durée et de leur fréquence qui peuvent être importantes selon la localisation des milieux, les jours, les mois et les années. Ainsi, sur l'ensemble du territoire français, la moyenne annuelle des précipitations est d'environ 700 mm, mais celle-ci peut s'abaisser à 300 mm en certains endroits et atteindre 2 000 mm sur d'autres secteurs. Dans les zones sous climat atlantique, les précipitations se répartissent sur l'année avec, cependant, un maximum de novembre à mai tandis que dans les régions du centre et de l'est, sous climat plus continental, les précipitations sont plus abondantes en été et en automne qu'en hiver. En région méditerranéenne, les pluies, souvent intenses, se manifestent surtout au printemps et en automne avec des volumes d'eau extrêmement variables dans l'espace et au cours du temps. Dans toutes les régions, les plateaux, les collines et les grands massifs montagneux sont plus arrosés, surtout sur les versants orientés vers l'ouest, que les secteurs en dépression (Veyret, 2003).

Une partie des précipitations est interceptée par les végétaux. Cette interception représente de 8 à 35 % des apports selon le type de végétation, les boisements captant davantage d'eau que les peuplements arbustifs ou d'herbacées (Mitsch et Gosselink, 2000 ; Cosandey, 2003). L'eau retenue sur les feuilles peut s'évaporer ou s'écouler le long des plantes jusqu'au sol. Seules interviennent dans l'alimentation en eau d'un milieu, les précipitations qui atteignent directement sa surface et celles qui s'écoulent le long des végétaux, leur somme constituant les « précipitations nettes ».

– **Les eaux de surface** constituent une deuxième source d'approvisionnement pour un grand nombre de milieux humides. Ces entrées d'eaux superficielles peuvent être constituées en totalité ou en partie d'eaux de ruissellement dans des sites topographiquement plus bas que leur environnement terrestre. L'importance de ces apports diffus dépend du volume, de la durée et de l'intensité des pluies sur les versants mais également du mode d'occupation des sols, de leur état de surface et de leur niveau de saturation. Ils peuvent donc être très différents d'un épisode pluvieux à l'autre.

Dans de nombreuses situations, en montagne, en plaine ou sur le littoral, des milieux humides sont également alimentés par des cours d'eau, souvent des ruisseaux, qui y déversent leurs eaux tout au long de l'année si les écoulements sont permanents ou de façon temporaire lorsqu'il y a tarissement durant les périodes sèches. L'importance de cette contribution dépend du régime régional des précipitations et de la superficie de l'aire d'alimentation des cours d'eau (bassin versant).

Les milieux humides riverains, qui se développent le long des réseaux hydrographiques et dont la largeur s'accroît généralement de l'amont à l'aval, bénéficient d'un autre type d'apport provenant des cours d'eau : les débordements en période de crue. Les crues