

Programme Zones Humides de l'UICN

Manuel de formation à la gestion des zones humides tropicales

J. Skinner, N. Beaumont et J-Y. Pirot



UICN
Union mondiale pour la nature

Manuel de formation à la gestion des zones humides tropicales

UICN - Union mondiale pour la nature

Fondée en 1948, l'UICN - Union mondiale pour la nature réunit des Etats, des organismes publics et un large éventail d'organisations non gouvernementales en une association mondiale unique: en tout, près de 804 membres dans 128 pays.

L'UICN étant une union, sa raison d'être est de servir ses membres - de se faire le porte-parole de leur point de vue sur la scène internationale et de leur offrir les idées, les stratégies et l'appui technique dont ils ont besoin pour atteindre leurs objectifs. Par l'intermédiaire de ses six commissions, l'UICN peut faire appel à plus de 5.100 expert bénévoles pour ses missions, projets et groupes d'action. Un secrétariat central coordonne le Programme de l'UICN et dirige les initiatives sur la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique mondiale tout en fournissant toute une gamme de services. L'Union aide de nombreux pays à préparer leur stratégie nationale de conservation et applique ses connaissances dans le cadre des projets qu'elle supervise. De plus en plus, les opérations sont décentralisées et conduites par un réseau en expansion de bureaux nationaux et de délégations régionales établis surtout dans des pays en développement.

L'UICN - Union mondiale pour la nature cherche avant tout à œuvrer, en collaboration avec ses membres, à l'avènement d'un développement qui soit durable et améliore de manière permanente la qualité de vie de l'humanité toute entière.

Le Programme Zones Humides de l'UICN

Le Programme pour les zones humides de l'UICN coordonne et renforce les activités de l'Union dans le domaine de la gestion des écosystèmes de zones humides. Le Programme se concentre essentiellement sur la conservation des processus écologiques et hydrologiques, en particulier par l'élaboration, l'expérimentation et la promotion de moyens d'utiliser durablement les zones humides. Il s'acquitte de cette tâche en collaboration avec les membres et les partenaires de l'UICN, et en particulier avec les autres organisations internationales qui ont vocation à intervenir dans les zones humides, telles que le Bureau de la Convention de Ramsar et le Bureau international de recherches sur les oiseaux d'eau et les zones humides (BIROE).

Le Programme consiste pour l'essentiel dans un ensemble de projets sur le terrain, dont l'objectif est d'élaborer des méthodologies pour la gestion des zones humides, en particulier dans les pays en développement où les zones humides sont intensivement utilisées par les communautés locales dont le bien-être est lié à ces écosystèmes. Les politiques et stratégies applicables se fondent sur les résultats de tels projets et présentent leurs conclusions sous une forme utile pour les responsables des décisions et des plans des gouvernements concernés.

Les activités prises en charge par le Programme sont élaborées en fonction des besoins et des informations communiqués par les membres de l'UICN. Pour faciliter cette procédure, le Programme s'appuie sur les délégations régionales de l'UICN. Il travaille également en étroite liaison avec les principales agences d'aide au développement, pour faire en sorte que les exigences de la conservation soient suffisamment prises en compte dans leurs projets.

Le Programme pour les zones humides bénéficie d'un apport financier généreux de la part du Fonds mondial pour la nature (WWF), de la Direction suisse de la coopération au développement et de l'aide humanitaire (DDA), de l'Agence finlandaise pour le développement international (FINNIDA) et du gouvernement des Pays-Bas. Des contributions ont été reçues de l'Agence norvégienne pour le développement international (NORAD), de l'Autorité suédoise pour le développement international (SIDA), de l'Agence américaine pour le développement international (USAID), de la Fondation Ford et d'un certain nombre de membres de l'UICN parmi lesquels l'Association finlandaise pour la conservation de la nature (FANC), l'Institut français pour le développement en coopération (ORSTOM), la Société royale pour la protection des oiseaux (RSPB), le Service des parcs nationaux des Etats-Unis (USNPS) et le Fonds mondial pour la nature (WWF). La coordination s'effectue au siège de l'UICN en Suisse, avec des coordonnateurs régionaux en Amérique centrale et du Sud, au Brésil, en Afrique de l'Est, occidentale et australe, et en Asie du Sud-Est.

Manuel de formation à la gestion des zones humides tropicales

J. Skinner, N. Beaumont et J-Y. Pirot

UICN
1994

Publié par: L'Union mondiale pour la nature - UICN, Gland, Suisse



Droits d'auteur: 1994. Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources
La reproduction des textes de cette publication à des fins non commerciales et notamment éducatives est autorisée sans qu'il soit nécessaire de demander la permission préalable des détenteurs des droits d'auteur
La reproduction à des fins commerciales et notamment en vue de la vente est interdite sans permission écrite préalable des détenteurs des droits d'auteur

Citation: Skinner, J., Beaumont, N. et Pirot, J-Y. 1994. *Manuel de formation à la gestion des zones humides tropicales*. UICN, Gland, Suisse. xviii + 274 pp.

ISBN: 2-8317-0242-9

Mise en page: Samara Publishing Ltd. Cardigan, Dyfed SA43 2JG, Royaume-Uni

Illustrations: T. Hinde et J. Martin, Samara Publishing Ltd, Cardigan, Royaume-Uni

Couverture: Sarah Skinner

Photo de couverture: Stagiarcas au travail. IBN/A. Beintema

Disponible auprès de la: Division de la communication de l'UICN, rue Mauverney 28, 1196 Gland, Suisse

La terminologie géographique employée dans cet ouvrage, de même que sa présentation ne sont en aucune manière l'expression d'une opinion quelconque de la part de l'UICN en ce qui concerne le statut juridique ou l'autorité de quelque Etat, territoire ou région que ce soit ou en ce qui concerne la délimitation de leurs frontières

L'opinion des auteurs, exprimée dans ce compte rendu, ne reflète pas nécessairement celle de l'UICN

Table des matières

Liste des figures	viii
Liste des tableaux	xii
Avertissement	xv
Remerciements	xvii
Introduction	1
Chapitre 1	
Caractéristiques des zones humides	5
1.1 Origine de l'eau des zones humides	5
Importance du climat	5
Devenir des eaux de pluie: évaporation, infiltration, ruissellement	6
Arrivée de l'eau dans une zone humide	16
Fluctuations du niveau d'eau dans une zone humide	18
1.2 Sols et sédiments des zones humides	19
Transport des sédiments et des éléments de fond	21
Transport de substances hydrosolubles	22
1.3 Cas particulier des zones humides côtières	22
Cycles des marées	24
Courants et influence sur la sédimentation	24
Régime d'inondation et zones de vie	27
1.4 Végétation des zones humides	28
Importance des plantes aquatiques	28
Différents types de plantes aquatiques	30
Distribution des plantes dans les zones humides	34
Végétation des zones intertidales	35
La végétation: élément essentiel des écosystèmes de zones humides	37
1.5 Faune	38
Invertébrés	40
Poissons	45
Amphibiens	50
Reptiles	51
Oiseaux	53
Mammifères	60
1.6 Chaînes alimentaires et liens écologiques	64
Interdépendance des espèces	64
Cycles des éléments nutritifs	66
Interdépendance des systèmes terrestres et aquatiques	66

Chapitre 2

Utilisation des zones humides tropicales	67
2.1 Types de zones humides	67
2.2 Valeurs et fonctions des zones humides	74
Fonctions hydrologiques	76
Productivité de la végétation	80
Productivité de la pêche	82
Autres valeurs et fonctions	82
2.3 Utilisation traditionnelle ou intensive?	86
Utilisations traditionnelles	86
Utilisations intensives	90
Régime foncier	92
Zones humides, maladies tropicales et aménagement agricole	94
2.4 Gestion durable des zones humides	97

Chapitre 3

Etude et surveillance continue des zones humides	99
3.1 Surveillance continue des zones humides: objectifs et principes	99
3.2 Etablissement d'une carte de base	101
3.3 Suivi du niveau d'eau et de la superficie inondée	103
3.4 Surveillance continue de la végétation	103
3.5 Surveillance continue de la faune	107
3.6 Etudes sociales	111

Chapitre 4

Plans de gestion pour les zones humides protégées	113
4.1 Etablissement d'un plan de gestion	118
4.2 Techniques de gestion	121
La maîtrise des niveaux d'eau	121
Le pâturage contrôlé	123
Le feu	123
4.3 Aires protégées et développement rural	125

Fiche Technique 1	
Connaissance de l'environnement par la carte topographique	127
Fiche Technique 2	
Surveillance continue des niveaux d'eau	137
Fiche Technique 3	
Etude et surveillance continue de la végétation	155
Fiche Technique 4	
Surveillance continue et gestion des ressources halieutiques	165
Fiche Technique 5	
Surveillance continue des oiseaux d'eau	183
Fiche Technique 6	
Surveillance et gestion de la faune	209
Fiche Technique 7	
Enquêtes socio-économiques	219
Questionnaire 1	221
Questionnaire 2	226
Annexe 1	
Organisation d'un stage de formation	229
Annexe 2	
Organisations internationales et zones humides	251
Annexe 3	
Pour en savoir plus	261
Annexe 4	
Liste alphabétique des termes donnés en notes infrapaginales	267
Credit photographique	272

Liste des figures

Introduction

Figure 1	Principales zones humides d'Afrique	2
----------	---	---

Chapitre 1

Figure 1.1	Direction des vents et localisation des précipitations de mai à octobre	7
Figure 1.2	Direction des vents et localisation des précipitations de décembre à mars	8
Figure 1.3	Précipitations moyennes en Afrique de l'Ouest	9
Figure 1.4	Devenir de l'eau de pluie	11
Figure 1.5	Exemple de trois bassins versants	13
Figure 1.6	Limites du bassin versant du fleuve Niger	13
Figure 1.7	Evaporation potentielle et précipitations mensuelles à N'Djamena (Tchad) en 1986	17
Figure 1.8	Variations annuelles du niveau d'eau dans un fleuve et un lac .	18
Figure 1.9	Variations du niveau d'eau et de l'étendue de la zone inondée	19
Figure 1.10	Paysages et état du Lac Tchad en fonction de l'altitude du plan d'eau	20
Figure 1.11	Carte de la côte sénégalo-gambienne montrant l'influence du courant marin dominant sur le delta du Saloum	26
Figure 1.12	Subdivision des zones humides intertidales en zones de vie	27
Figure 1.13	Les différents types d'espèces végétales aquatiques	30
Figure 1.14	Relation entre le régime des crues et la végétation au Cameroun	35
Figure 1.15	Migrations latérales des poissons durant un cycle de crue . . .	47
Figure 1.16	Représentation schématique des migrations de la Cigogne d'Abdim	54
Figure 1.17	Zones humides constituant des étapes essentielles pour le Pluvier argenté <i>Pluvialis squatarola</i>	56
Figure 1.18	Principaux sites d'Afrique de l'Ouest accueillant des canards migrateurs d'octobre à mars	58
Figure 1.19	Exemple de réseau trophique en zone humides	65

Chapitre 2

Figure 2.1	Système lagunaire simplifié	68
Figure 2.2	Système côtier avec mangrove et vasière	70
Figure 2.3	Paysage caractéristique d'une plaine d'inondation en pleine décrue	73
Figure 2.4	Deux exemples de crues	74
Figure 2.5	Schéma des régimes de la crête de la crue et des pluies dans le delta intérieur du Niger	77
Figure 2.6	Calendrier des récoltes dans le delta intérieur du Niger (Mali) . . .	89

Chapitre 3

Figure 3.1	Indication des types de végétation sur une carte de base . . .	105
Figure 3.2	Extrait de l'esquisse phytogéographique dressé par l'UICN pour la Réserve de Faune de Conkouati sur le littoral congolais	106
Figure 3.3	Exemples de tendances démographiques	108

Chapitre 4

Figure 4.1	Les différentes étapes de la gestion d'une aire protégée . . .	119
------------	--	-----

Fiche Technique 1

Figure 1	Représentation du relief par courbes de niveau et par points cotés	129
Figure 2	Les cartes topographiques fournissent des informations sur le relief le réseau hydrographique et les infrastructures réalisées par l'homme	130
Figure 3	Rose des vents à 4, 8 ou 16 directions	132
Figure 4	En générale les cartes présentent le réseau hydrographique de manière relativement détaillée	133
Figure 5	Les courbes de niveau doivent être observées avec attention car elles traduisent parfaitement les paysages	134
Figure 6	Visualisation de la pente grâce aux courbes de niveau	135
Figure 7	Représentation par courbes de niveau et en coupe d'une pente rectiligne	136
Figure 8	Représentation par courbes de niveau et en coupe d'une pente convexe	136
Figure 9	Représentation par courbes de niveau et en coupe d'une pente concave	136

Fiche Technique 2

Figure 1	Mesure de la hauteur d'eau à l'aide d'échelles graduées . . .	138
Figure 2	Variations saisonnières du niveau d'eau d'un fleuve	138
Figure 3	Hauteurs d'eau relevées à Bakel (Sénégal) en 1916 et 1984 .	139
Figure 4	Mare d'Oursi (Burkina Faso): courbes d'étalonnage à la station de Kolel	141
Figure 5	Représentation du débit annuel moyen	142
Figure 6	Pluviométrie annuelle à St-Louis de 1922 à 1984	147
Figure 7	Pluviométrie journalière à St-Louis en 1985	148
Figure 8	Infiltrations vers la nappe phréatique	150
Figure 9	Détermination de la zone inondée en fonction du niveau d'eau	152
Figure 10	Relation entre le niveau d'eau et la superficie inondée	152

Fiche Technique 3

Figure 1	Relation entre le nombre d'espèces et la surface analysée . .	156
Figure 2	Exemple d'un transect effectué sur les rives du lac de Guiers (Sénégal) en 1981	161

Fiche Technique 4

Figure 1	Anatomie d'un poisson osseux	166
Figure 2	Quelques poissons d'eau douce communs en Afrique de l'Ouest	168
Figure 3	Quelques poissons d'estuaire communs en Afrique de l'Ouest .	169
Figure 4	Quelques engins de pêche	170
Figure 5	Dynamique d'une cohorte	174
Figure 6	Mesure de la taille des mailles d'un filet	177

Fiche Technique 5

Figure 1	Anatomie simplifiée d'un oiseau	185
Figure 2	Quelques espèces d'oiseaux des zones humides	189-191
Figure 3	Comptage des oiseaux	194
Figure 4	Estimation de la taille d'un groupe d'oiseaux par projection de l'image d'un sous-groupe de 10 individus	196
Figure 5	Estimation de la taille d'un groupe d'oiseaux par projection de l'image d'un sous-groupe de 50 individus	196
Figure 6	Exemple de fiche renvoyée par le CRBPO après avoir reçu des informations concernant un oiseau bague	203

Fiche Technique 6

Figure 1	Quelques mammifères des zones humides	210
Figure 2	Fèces de Loutre à joues blanches, de Mangouste des marais et de Loutre à cou tacheté	215
Figure 3	Empreintes de Loutre à joues blanches, de Loutre à cou tacheté et de Mangouste des marais	215

Annexe 1

Figure 1	Comparaison des niveaux d'eau dans les deux bassines	235
Figure 2	Comparaison de la salinité dans les deux bassines	235
Figure 3	Relation entre le niveau d'eau et la superficie inondée	236
Figure 4	Schéma décrivant le principe de l'échantillonnage par transect	237
Figure 5	Relevés de la végétation	241
Figure 6	Importance de diverses espèces d'oiseaux d'eau sur 3 sites de recensements au Djoudj	245

Liste des tableaux

Chapitre 1

Tableau 1.1	Répartition des espèces végétales en fonction de la hauteur et de la durée de la crue	34
Tableau 1.2	Effectifs de certaines espèces de limicoles fréquentant la partie occidentale de la Méditerranée et les côtes de l'Afrique et de l'Ouest du Maroc au Sierra Léone	59
Tableau 1.3	Effectifs d'Anatidés présents dans les bassins du Sénégal, du Niger et du Lac Tchad en janvier 1986 (milliers), d'après les recensements du Muséum national d'histoire naturelle de Paris	61
Tableau 1.4	Estimation des populations de canards (Anatidés) du Paléarctique occidental présents entre octobre et mars en Afrique de l'Ouest	61
Tableau 1.5	Inventaire des différentes espèces de grands mammifères des zones humides d'Afrique	62

Chapitre 2

Tableau 2.1	Classification simplifiée des zones humides	67
Tableau 2.2	Les valeurs associées aux zones humides	75

Chapitre 3

Tableau 3.1	Renseignements destinés à la base de données Ramsar sur les zones humides	100
-------------	---	-----

Chapitre 4

Tableau 4.1	Catégories internationales d'aires protégées et objectifs correspondants - Système de 1978	115
Tableau 4.2	Chapitres et rubriques indispensables à tout plan de gestion	120
Tableau 4.3	Certains effets des herbivores domestiques sur 5 processus écologiques	122
Tableau 4.4	Certains effets de la pratique du feu sur 5 processus écologiques	124

Fiche Technique 2

Tableau 1	Débits moyens journaliers du Sénégal à Bakel, année hydrologique 1979-1980	143
Tableau 2	Pluviométrie à la station de Dakar-Yoff de 1947 à 1956	144
Tableau 3	Pluviométrie à la station de Dakar-Yoff de 1975 à 1983	145
Tableau 4	Pluviométrie annuelle à St-Louis de 1922 à 1984	147
Tableau 5	Pluviométrie journalière à St-Louis en 1985	148
Tableau 6	Evaporation et pluviométrie dans l'estuaire du Saloum (Sénégal)	149

Annexe 1

Tableau 1	Exemple d'un programme de formation sur 10 jours	229
Tableau 2	Exemple de fiche de terrain pour les relevés de transect	238
Tableau 3	Fiche de terrain telle que remplie par les stagiaires	239
Tableau 4	Les résultats des dénombrements sur le terrain	244

Annexe 2

Tableau 1	Liste des zones humides d'importance internationale en Afrique	252
-----------	--	-----

Avertissement

Cet ouvrage a d'abord été conçu pour servir de manuel d'enseignement pour le personnel responsable de la gestion des zones humides d'Afrique de l'Ouest; il doit donc être utilisé en priorité par le(s) professeur(s) chargé(s) de superviser pendant une dizaine de jours la tenue d'un stage de formation (ou de recyclage) du personnel travaillant dans les parcs et les réserves. Néanmoins, dans le but d'accroître les connaissances du plus grand nombre de techniciens, d'importants efforts ont été faits non seulement pour que ce manuel reste utile aux stagiaires après le cours lui-même, mais également pour qu'il puisse être lu, compris et utilisé en l'absence de tout enseignant. Notons que cette approche fait suite aux recommandations tant des professeurs que des stagiaires ayant participé au cours de formation organisé par l'UICN au Parc national des Oiseaux du Djoudj (Sénégal) en 1991.

Le niveau de détail des informations techniques données dans ce manuel a été adapté pour convenir aux gardes et aux techniciens des services des Parcs nationaux ayant un niveau scolaire compris entre le Certificat d'études primaires et le Baccalauréat. Toutefois, certaines sections sont à la portée de la plupart des stagiaires, quel que soit leur niveau scolaire antérieur; au contraire, d'autres sections font appel à des connaissances plus larges et devront être expliquées aux stagiaires. En revanche, ceux qui auront eu la chance de pouvoir compléter leurs études secondaires par un séjour plus ou moins long dans des structures spécialisées dans la gestion des ressources naturelles, comme par exemple l'Ecole de faune de Garoua au Cameroun, n'auront aucun mal à assimiler les divers chapitres de ce manuel qui constituera plus un moyen de recyclage que de formation proprement dite.

Enfin, il convient de terminer cet avertissement en indiquant aux lecteurs que ce manuel pourra être modifié pour inclure toutes les améliorations qui nous seront suggérées au cours des trois années qui suivront sa première publication. Ainsi, nous espérons pouvoir produire à moyen terme un document de formation correspondant bien aux besoins de nos collègues africains, avec de plus l'espoir qu'il puisse finalement servir de base à la production d'autres ouvrages adaptés aux contextes écologiques et sociaux qui prévalent en Afrique de l'Est et australe.

Les auteurs

Remerciements

Au cours des cinq dernières années, plusieurs organisations (et notamment le Fonds mondial pour la nature - WWF, le Bureau international de recherches sur les oiseaux d'eau et les zones humides - BIROE, Birdlife Internationale (anciennement Conseil international pour la protection des oiseaux - CIPO), la Société royale pour la protection des oiseaux du Royaume-Uni - RSPB, etc..) dont certaines ont travaillé en collaboration avec l'UICN, se sont engagées dans un programme de formation à la gestion des zones humides en Afrique de l'Ouest. Il est donc normal que ce manuel s'inspire de leur expérience et nous souhaitons mentionner ici les ouvrages qui nous ont servi de référence:

MacKinnon, J. *et al.* 1990. *Aménagement et gestion des aires protégées tropicales*. UICN, Gland, Suisse.

Harthoorn, J. 1990. *Manuel de travaux pratiques sur les zones humides de l'Afrique de l'Ouest, avec référence spéciale au Cameroun*. Centre des Etudes environnementales - CML, Université de Leyde, Pays-Bas et Ecole de Faune de Garoua, Cameroun.

Larson, J.S. *et al.* 1989. *Functional assessment of freshwater wetlands: a manual and training outline*. The Environmental Institute, University of Massachusetts and the World Wide Fund for Nature - WWF, Amherst, Etats-Unis.

Howes, J. & Bakewell, D. 1989. *Shorebirds Study Manual*. Asian Wetland Bureau, Kuala Lumpur, Malaisie.

Il nous faut également mentionner ceux, trop nombreux pour apparaître tous nommément ci-dessous, qui nous ont apporté une aide directe et indirecte lors de la mise en place du programme de formation, et en particulier les personnes et les institutions qui ont participé au premier cours organisé au Sénégal en 1991, durant lequel une première version du manuel a été abondamment discutée par les professeurs comme par les stagiaires. Il s'agit, pour les Parcs nationaux du Sénégal, de M. Seydina I. Sylla (Directeur) et de MM. Sara Diouf et Jacques-Bernard Rigoulot; pour l'Université de Dakar, de Mme Mariline Bâ et de MM. Babacar N'Daw, Mbalo N'Diaye, Amadou Sow et Abou Thiam; pour l'ORSTOM, de MM. Michel Benoit, Gérard Galat et Anh Luong-Galat, Louis Le Reste et Bernard Tréca; pour l'Institut de recherche sur la gestion de la nature (IBN, Pays-Bas) de M. Albert Beintema; pour le BIROE, de M. Christian Perennou, et pour l'UICN de M. Camille Pomerleau. En outre, beaucoup de ces personnes (auxquelles il faut ajouter MM. Jacques Brenges et Jean Mouchet de l'ORSTOM, M. Roger Roy de l'Institut fondamental d'Afrique noire - IFAN, M. Dave Rowe qui coordonne le Groupe de spécialistes des loutres de l'UICN, et M. Maxime Lamotte de l'Université Pierre et Marie Curie, Paris VI) nous ont fait parvenir des textes à inclure dans les différents chapitres du manuel, et nous les en remercions vivement (tout en espérant qu'ils ne nous en voudront pas d'avoir quelquefois raccourci fortement leurs contributions).

Enfin, il est clair que ce manuel n'aurait pas vu le jour sans l'intérêt d'un bailleur de fonds pour l'enseignement technique et la formation des cadres en Afrique de l'Ouest, et il nous est par conséquent agréable de remercier ici le Ministère des Affaires étrangères des Pays-Bas pour le soutien financier qu'il accorde à une grande partie des activités de formation du Programme zones humides de l'UICN.

Jean-Yves Pirot
Coordinateur, Programme zones humides

Introduction

L'expression "zones humides" regroupe toute une gamme d'écosystèmes¹ de transition entre le milieu terrestre et le milieu aquatique. De nombreuses définitions ont été proposées pour préciser ce qu'elle recouvre réellement, mais on retiendra ici la plus large, celle de la Convention de Ramsar (Convention relative aux zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau, voir Annexe n° 2), qui définit les zones humides comme:

"des étendues de marais, de fagnes², de tourbières³ ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre⁴ ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres."

Selon cette définition, **on trouve des zones humides dans toute l'Afrique** (Figure 1):

- des lagunes et mangroves sur le littoral, comme dans l'Archipel des Bijagos en Guinée-Bissau et au Banc d'Arguin en Mauritanie;
- des plaines d'inondation le long des fleuves et des cours d'eau, comme celles du delta intérieur du Niger au Mali et de Waza-Logone au Cameroun.

Les zones humides ont longtemps été considérées par les spécialistes du développement rural comme des milieux stériles et insalubres, des foyers de maladies et un paradis pour les moustiques et les crocodiles. L'évolution de la technologie le permettant, de nombreux efforts ont été entrepris pour les aménager et consacrer l'espace qu'elles occupent à des utilisations censées être "plus productives", comme l'agriculture irriguée. Certaines ont même été totalement asséchées.

Peu à peu cependant, à mesure que notre connaissance des valeurs des écosystèmes humides naturels s'améliore, notre attitude change et on accepte progressivement l'idée que **les zones humides sont des écosystèmes extrêmement productifs qui procurent toute sorte d'avantages**. En effet, elles remplissent une large gamme de fonctions allant du contrôle des inondations à la fourniture de voies de communication, en passant par la constitution d'habitats vitaux pour un grand nombre d'espèces de faune et de flore car les zones humides sont de grands centres de diversité biologique⁵. Cette dernière fonction permet aux zones humides d'offrir des produits d'origine végétale (bois, fruits, etc...) ou animale (huîtres, poissons, etc...), revêtant une

1 **Ecosystème**: unité composée d'organismes et de l'environnement.

2 **Fagnes**: plaines d'inondation en zones tempérées (par exemple en Europe).

3 **Tourbière**: couche de matière organique acide, non décomposée. Typiques des zones arctiques, les tourbières sont rares en Afrique, sauf dans les vallées montagneuses du Rwanda, du Burundi et de l'Ouganda.

4 **Eau saumâtre**: eau de salinité intermédiaire entre l'eau douce et l'eau de mer.

5 **Diversité biologique**: variabilité de tous les organismes vivants, comprenant la diversité au sein des espèces (variabilité génétique) et entre les espèces, ainsi que la diversité des écosystèmes.

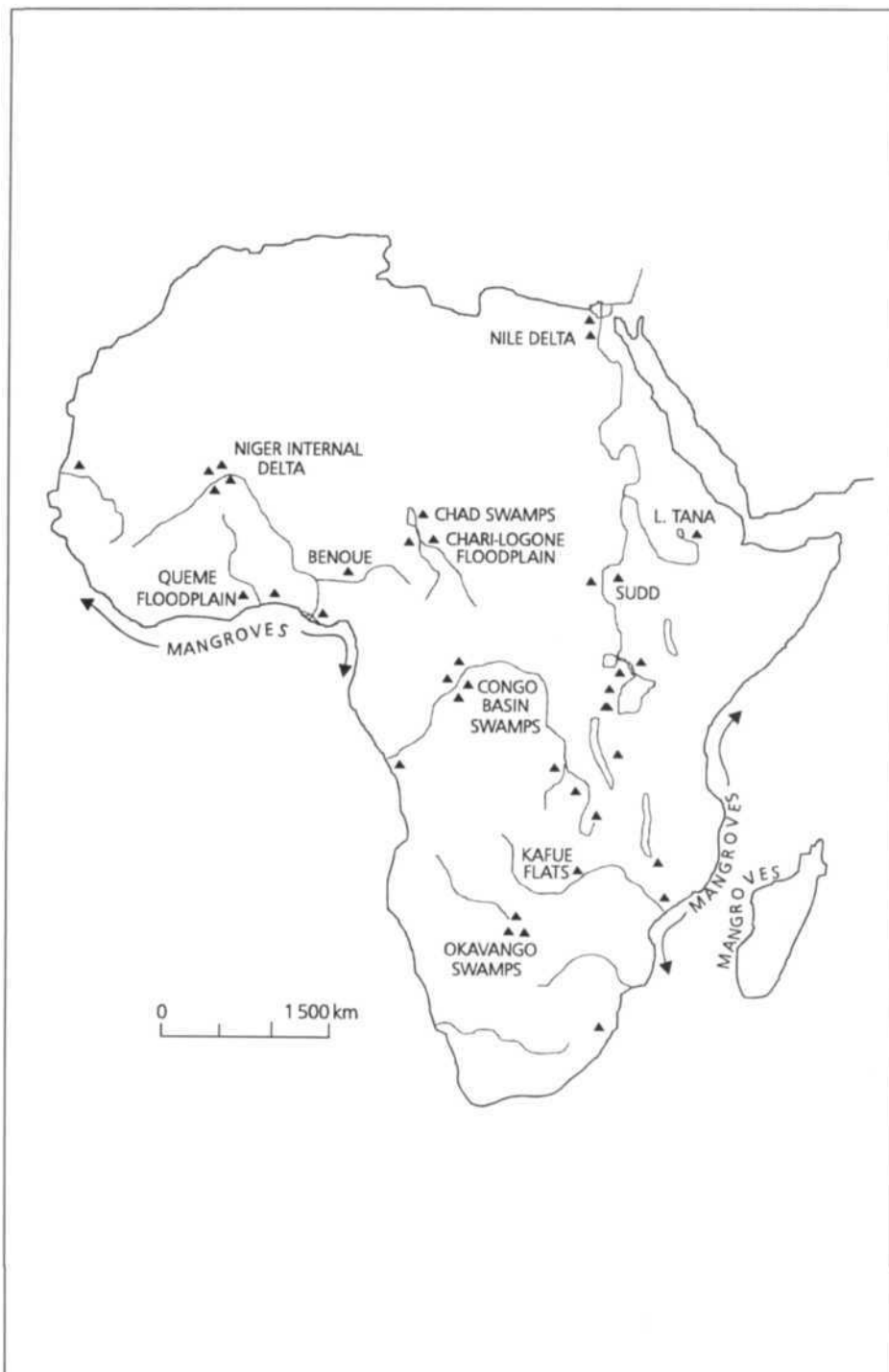


Figure 1 Principales zones humides d'Afrique

importance majeure dans les économies des communautés urbaines établies à proximité.

Partant de ce double constat, d'une part de la disparition des zones humides, d'autre part de leur intérêt qu' on commence à mieux connaître, il est évident qu'**il faut de toute urgence apprendre à gérer les zones humides** qui existent encore, afin de préserver leurs fonctions, d'optimiser leurs utilisations dans le cadre d'un développement durable et de permettre ainsi aux générations futures de profiter également de leurs bienfaits.

La gestion des zones humides suppose une bonne connaissance des processus fondamentaux de ces écosystèmes et de leurs valeurs, et le présent manuel se compose donc de deux parties distinctes:

- la première partie constitue la section théorique du manuel et doit permettre au lecteur de mieux comprendre l'importance et le fonctionnement des zones humides continentales et côtières d'Afrique de l'Ouest; elle regroupe les chapitres suivants:
 - le premier chapitre donne les caractéristiques générales des zones humides; outre une description de leur origine, faisant appel à des notions d'hydrologie⁶, de pédologie⁷ et d'océanographie⁸, on y trouvera des informations sur la faune et la flore caractéristiques des zones humides et sur les liens écologiques entre les différentes espèces⁹;
 - dans le deuxième chapitre, on verra comment les zones humides tropicales sont mises à profit par l'homme. Après une description des principaux types de zones humides rencontrés en Afrique de l'Ouest, on présentera les différentes fonctions et valeurs de ces milieux car il est essentiel de bien comprendre ces valeurs pour mieux apprécier l'intérêt écologique et socio-économique des zones humides.
 - On abordera ensuite les divers types d'utilisations des zones humides et, enfin, le conflit entre d'une part les utilisations traditionnelles et d'autre part l'utilisation intensive qui caractérise de nombreux projets de développement;
 - le troisième chapitre traite de la surveillance continue des zones humides, outil indispensable à une gestion durable de ces écosystèmes;
 - enfin, le quatrième chapitre se veut une aide à la conception de plans de gestion pour les zones humides.
- la deuxième partie est plus pratique car elle regroupe des fiches techniques où l'on trouvera une description de diverses méthodes de mesures et de surveillance continue du niveau d'eau, de la végétation, des populations de poissons et

6 **Hydrologie:** étude des eaux et de leurs propriétés.

7 **Pédologie:** étude des caractères chimiques et physiques des sols.

8 **Océanographie:** étude des mers et des océans.

9 **Espèce:** en biologie, c'est l'unité de base qui comprend tous les individus ayant le même aspect et pouvant se reproduire entre eux. Le nom scientifique d'une espèce se compose de deux noms latins: le premier, écrit avec une majuscule, est le nom de genre, le second est le nom de l'espèce.

d'oiseaux, etc..., afin d'aider les gestionnaires d'une zone humide protégée à définir et à mettre en oeuvre un plan de gestion.

En outre, on trouvera à la fin du manuel des annexes donnant des détails sur la manière d'organiser un stage de formation à la gestion des zones humides, présentant les organisations internationales impliquées dans la conservation des zones humides et donnant une série de références bibliographiques permettant d'approfondir certains des thèmes abordés ci-après.

Tout au long du rapport, on trouvera, sous forme de notes de bas de page, les définitions des termes pouvant présenter des difficultés. Ces définitions sont en outre reprises par ordre alphabétique en Annexe n° 4.

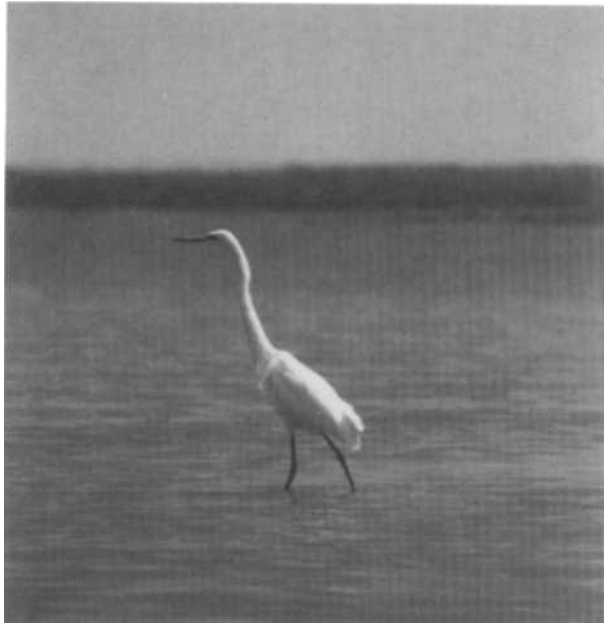


Photo 1 La grande Aigrette *Egretta alba* fréquente les rives des lacs et des cours d'eau, les marigots et les lagunes, et niche généralement en groupes dans les roselières denses.

Chapitre 1

Caractéristiques des zones humides

Avant d'étudier la flore et la faune des zones humides, il faut examiner deux facteurs qui revêtent une importance particulière pour la vie:

- les mouvements d'eau; et,
- la sédimentation¹ et la formation des sols.

Les sections 1.1 et 1.2 traitent respectivement de ces deux sujets dans le cas des zones humides continentales et on abordera en 1.3 le cas particulier des zones humides côtières.

1.1 Origine de l'eau des zones humides

L'eau est la clé du fonctionnement des zones humides et sa source principale est la pluie, ce qui explique que **le climat joue un rôle essentiel dans la formation des zones humides**. Cependant, une fois la pluie tombée, divers paramètres exercent une influence sur le devenir de cette eau, en particulier la topographie, le type de sol et la végétation.

Importance du climat

L'Afrique de l'Ouest jouit d'un climat saisonnier avec une seule saison des pluies (en général d'avril à novembre), souvent appelée hivernage dans la région. Très grossièrement, le mécanisme du climat se ramène à l'interaction des masses d'air issues des anticyclones³ subtropicaux:

- anticyclones des Açores, du Sahara et d'Arabie au nord de l'équateur;
- anticyclones du Sud-Atlantique, du Kalahari et du Sud-Ouest indien au sud de l'équateur.

Ces bandes de hautes pressions expulsent des masses d'air tropical maritime ou continental suivant leur origine, donnant ainsi lieu à des vents appelés alizés:

- alizés du nord-est à est au nord de l'équateur;
- alizés du sud-est à est au sud de l'équateur.

1 **Sédimentation**: dépôt de matière en suspension: graviers, sables, boues, etc...

2 **Topographie**: configuration, relief d'un lieu, d'un terrain.

3 **Anticyclone**: zone de haute pression atmosphérique.

Entre les deux bandes de hautes pressions, les alizés du nord-est et du sud-est s'affrontent le long d'une zone appelée **convergence intertropicale**.

De mai à octobre, la zone de convergence intertropicale se déplace vers le nord; l'alizé du sud-est prend une direction sud-ouest en traversant l'équateur et s'humidifie sur l'océan. Lorsqu'il rencontre l'alizé du nord-est, des dépressions apparaissent et des orages éclatent (Figure 1.1). La pluie en Afrique de l'Ouest vient donc de l'océan.

De novembre à avril, c'est le phénomène inverse; la zone de convergence intertropicale se déplace vers le sud pour s'installer au niveau du Golfe de Guinée (Figure 1.2).

Les mesures annuelles de précipitations⁵ permettent de définir des pluviosités⁶ moyennes (Figure 1.3). **La pluviosité moyenne varie avec la latitude⁷:** très importante sur la côte du Golfe de Guinée (2.000 mm ou plus), elle baisse progressivement vers le nord pour être négligeable sur la frange sud du Sahara, à 1.500 km au nord. En joignant sur une carte les différents points où les pluies moyennes sont égales, on obtient des courbes appelées **isohyètes**.

La lecture des pluviosités moyennes ne doit cependant pas faire oublier la notion de cycle climatique annuel, très importante en Afrique de l'Ouest. L'alternance saison des pluies - saison sèche fait que **la plupart des zones humides continentales sont temporaires**.

Devenir des eaux de pluie: évaporation, infiltration, ruissellement

Lorsque la pluie touche le sol, trois phénomènes se produisent (Figure 1.4):

- **Évaporation⁸**. Comme la pluie tombe pendant les mois chauds de l'été, une bonne partie de cette eau de pluie s'évapore dans l'atmosphère. L'eau qui s'évapore est "perdue" pour les écosystèmes terrestres jusqu'à ce qu'elle tombe à nouveau en pluie;
- **Infiltration⁹** dans le sol. L'eau qui s'infiltré dans le sol s'écoule lentement en suivant les gradients¹⁰ de pente des couches perméables souterraines. Elle peut servir à recharger la nappe phréatique¹¹ ou remonter ensuite à la surface pour s'évaporer. La nappe souterraine peut être à l'origine de la formation d'une zone humide si la topographie le permet et si la nappe est proche de la surface.

4 **Dépression:** zone de basse pression atmosphérique.

5 **Précipitations:** ensemble des pluies.

6 **Pluviosité:** régime des pluies.

7 **Latitude:** donnée mesurant en degrés la distance d'un point de la terre à l'équateur. On parle de latitude nord et de latitude sud.

8 **Évaporation:** transformation de l'eau en vapeur au niveau de la surface sous l'action de la chaleur naturelle (soleil) ou artificielle.

9 **Infiltration:** pénétrer peu à peu, comme à travers un filtre.

10 **Gradient:** taux de variation d'une donnée en fonction de la distance ou du temps. Ici, taux de variation de la pente en fonction de la distance.

11 **Nappe phréatique:** couche d'eau souterraine.

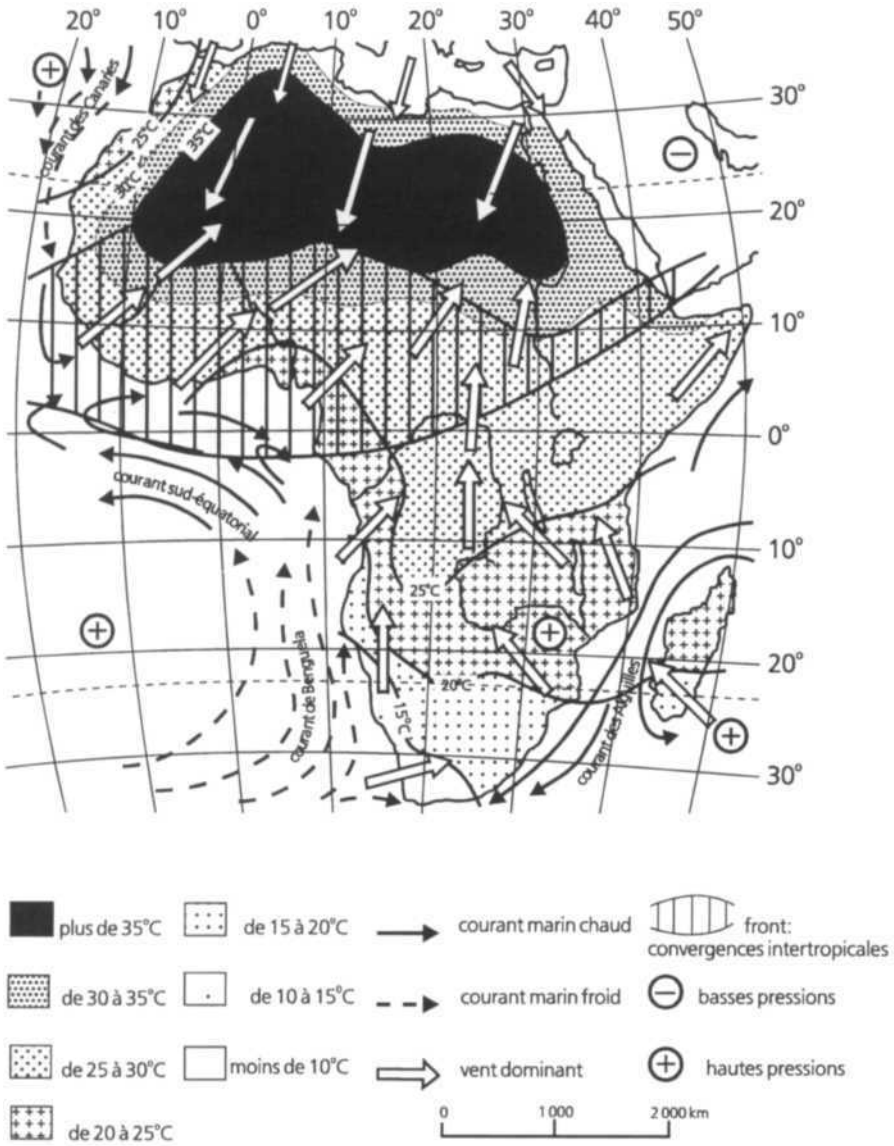


Figure 1.1 Direction des vents et localisation des précipitations de mai à octobre

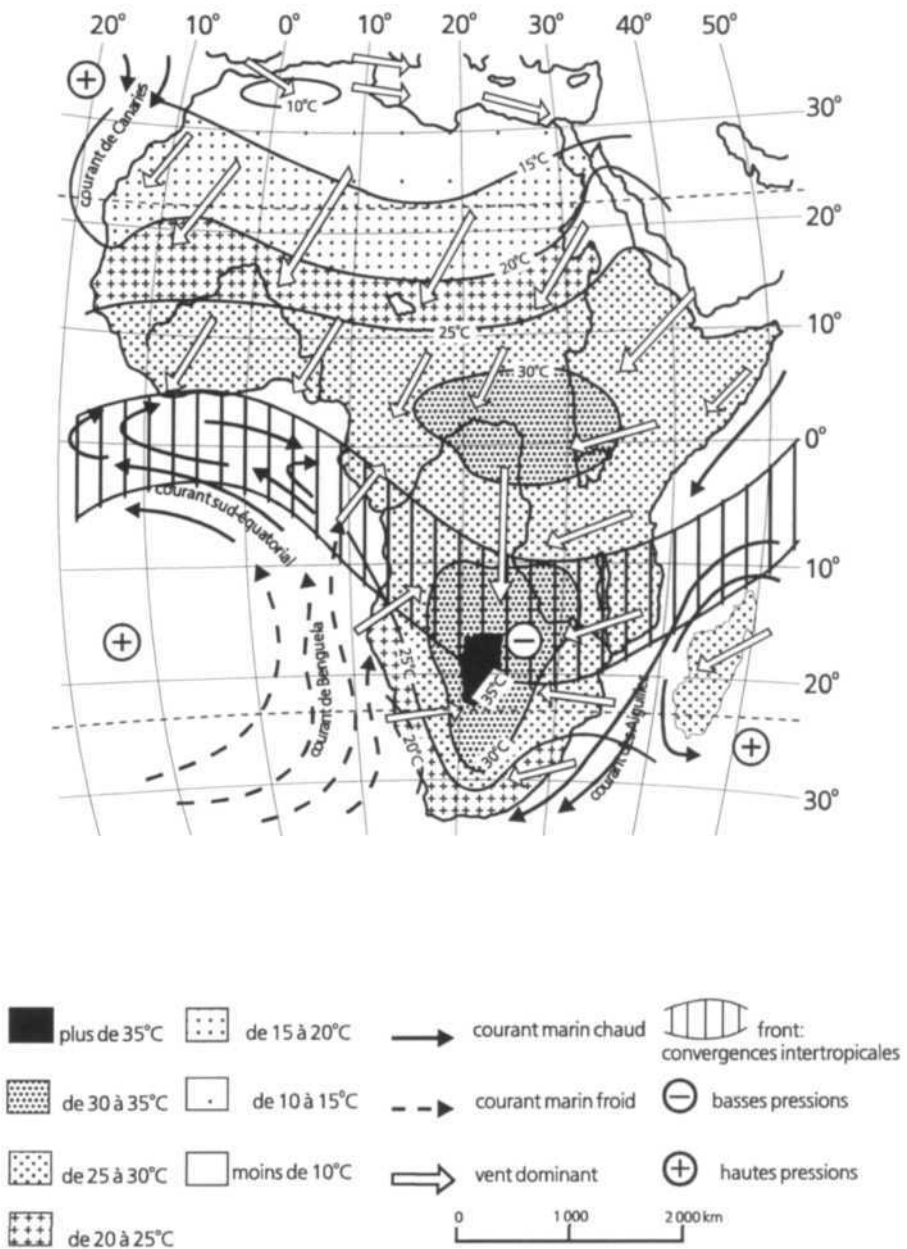


Figure 1.2 Direction des vents et localisation des précipitations de décembre à mars

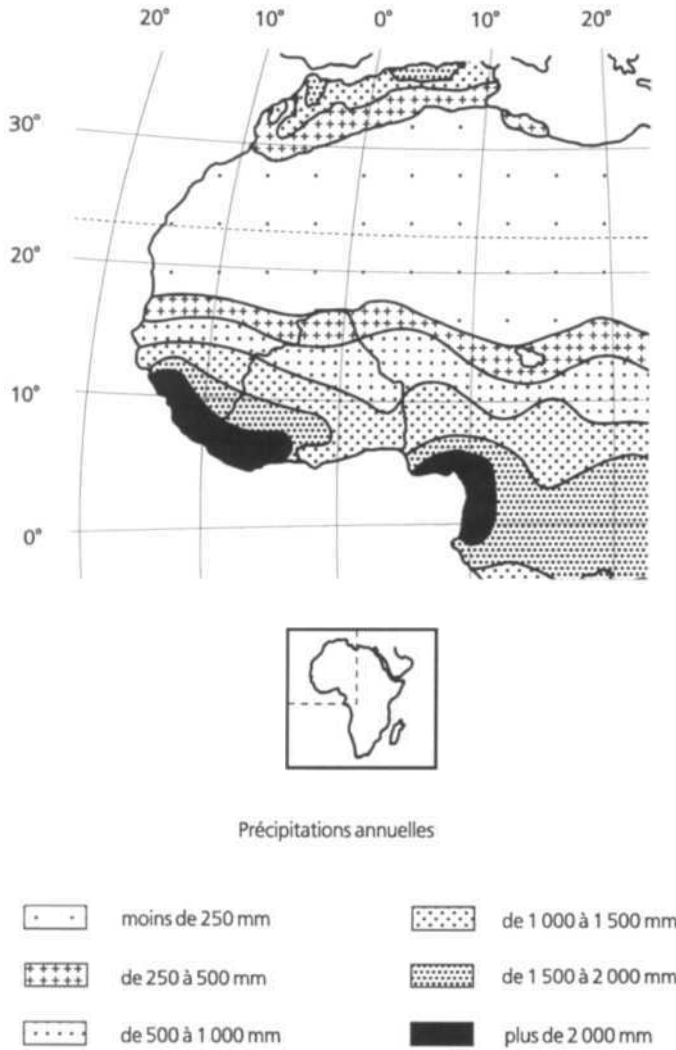


Figure 1.3 Précipitations moyennes en Afrique de l'Ouest



Photos
2 et 3

Beaucoup de zones humides d'Afrique de l'Ouest ne sont que saisonnières, s'asséchant à mesure que l'on s'avance dans la saison sèche; ces deux clichés ont été pris au même endroit avant (en haut) et après (en bas) l'hivernage.

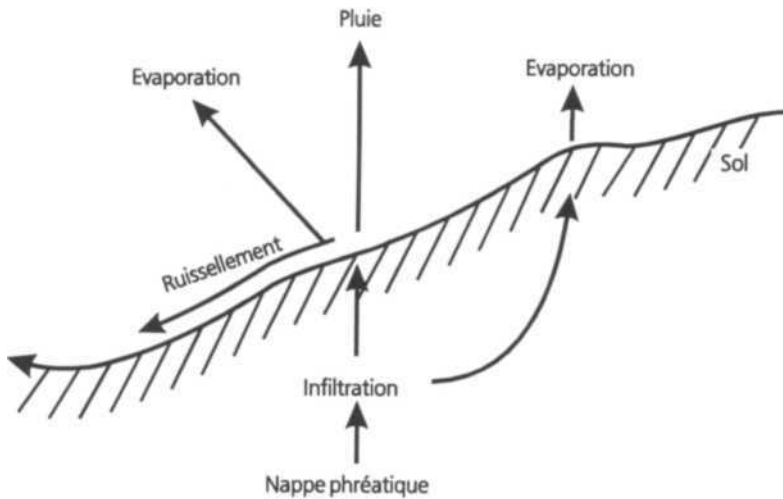


Figure 1.4 Devenir de l'eau de pluie

L'eau souterraine ne coule pas aussi rapidement que les cours d'eau de surface; elle ne couvre pas non plus de distances aussi grandes. Il est relativement difficile d'estimer son volume car elle se trouve parfois à plusieurs dizaines, voire centaines de mètres de profondeur;

- **Ruissellement**¹². L'eau de pluie qui ne s'infiltré pas dans le sol et qui ne s'évapore pas, ruisselle et va grossir les cours d'eau. Le ruissellement est donc le point de départ des cours d'eau qui transportent l'eau de surface d'un lieu à un autre.

Pour qu'il y ait ruissellement, il faut à la fois qu'il y ait une pente (sur terrain complètement plat, il n'y a pas de ruissellement) et que l'eau ne puisse plus s'infiltrer dans le sol, c'est-à-dire que celui-ci soit déjà saturé d'eau. La capacité d'absorption d'eau dépend notamment de la nature du sol. Elle peut être dépassée en cas de pluies importantes mais aussi en cas de pluies brèves mais violentes.

L'importance relative de l'évaporation, de l'infiltration et du ruissellement dépend donc d'un certain nombre de paramètres, et en particulier du relief et de la nature des sols.

Influence de la topographie

La **topographie** (ou relief) dicte la destination finale des précipitations. En fonction des principaux gradients de pente, l'eau de ruissellement s'écoulera dans telle ou telle direction pour aboutir dans tel ou tel réseau fluvial. Le relief détermine ainsi divers

¹² **Ruissellement**: écoulement superficiel des eaux de pluie, qui s'opère **d'abord en filets ou en nappes**, avant de se concentrer en rigoles qui elles-mêmes produiront les cours **d'eau**



Photo 4 C'est en grande partie le ruissellement des eaux de pluies dû aux orages en période d'hivernage qui est à l'origine des cours d'eau et de leurs crues.

bassins versants que l'on peut définir comme l'ensemble du territoire arrosé par un fleuve et ses affluents (Figure 1.5).

Certains bassins versants sont gigantesques; celui du fleuve Niger, par exemple, couvre 2,2 millions de kilomètres carrés et s'étend sur neuf pays (Bénin, Burkina Faso, Cameroun, Côte d'Ivoire, Guinée, Mali, Niger, Nigeria et Tchad, voir Figure 1.6). En revanche, certaines petites zones humides saisonnières - marais ou lacs, par exemple - peuvent avoir un bassin versant de quelques kilomètres carrés seulement.

C'est donc la topographie qui détermine la taille d'un bassin versant et le fait qu'un fleuve se jette dans la mer, dans un autre cours d'eau ou dans un lac intérieur comme le Lac Tchad.

Influence de la nature des sols

La nature du sol influence à la fois la quantité d'eau qui peut s'infiltrer et la vitesse d'infiltration. Quelle que soit la nature du sol, une fois celui-ci saturé, toute eau de pluie supplémentaire ruissellera si la pente le permet.

On peut définir une **échelle de perméabilité des sols**, en partant des plus perméables¹³, comme les sols sableux qui permettent une infiltration très importante et rapide, pour

13 **Perméable**: qui se laisse traverser facilement par un liquide.

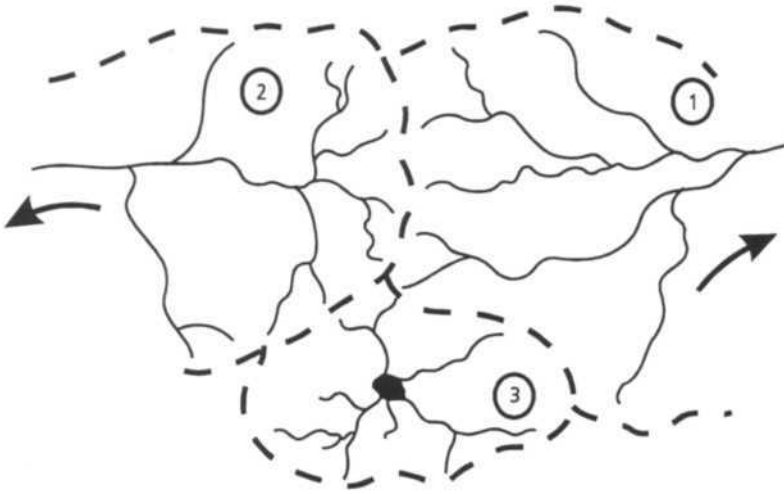


Figure 1.5 Exemple de trois bassins versants. Les cours d'eau des bassins versants n° 1 et n° 2 coulent dans des directions différentes; le bassin versant n° 3 aboutit à un lac

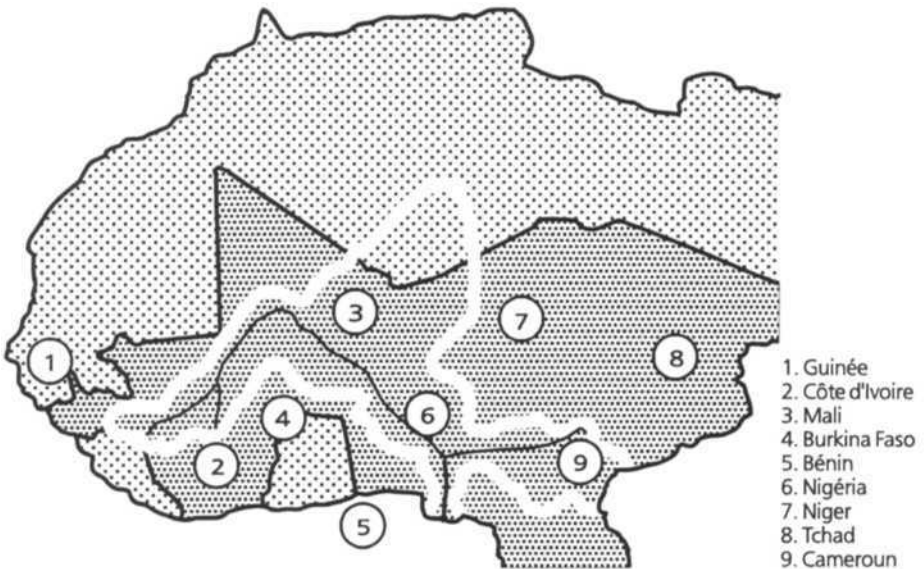


Figure 1.6 Limites du bassin versant du fleuve Niger



Photo 5 Les orages qui éclatent le long de la convergence intertropicale peuvent être particulièrement violents et déverser d'importantes quantités d'eau en très peu de temps (ici, orage en préparation sur le fleuve Niger).

- dans une saison des pluies comportant 20 orages de 10 mm chacun (soit 200 mm de pluies annuelles), aucun orage ne produira de ruissellement, tandis qu'une saison ne comportant que deux orages de 100 mm chacun (soit encore 200 mm de pluies annuelles) entraînera un ruissellement de 180 mm (dans l'hypothèse où le sol sèche entre deux orages).

Influence de la végétation

La végétation contribue à atténuer le ruissellement en freinant l'écoulement de l'eau le long d'une pente. En augmentant la durée pendant laquelle l'eau reste à la surface du sol, **la végétation favorise à la fois l'infiltration dans le sol et l'évaporation.**

En outre, une partie de l'eau de surface est également interceptée par les végétaux et conduite aux feuilles où elle s'évapore dans l'atmosphère, processus appelé **transpiration**. Il est difficile de distinguer la part de l'émission de l'eau vers l'atmosphère qui revient à la transpiration proprement dite de celle qui est due à l'évaporation du sol, aussi considère-t-on le phénomène global appelé **évapotranspiration**. Sur un sol ordinaire, l'évaporation physique est en général bien inférieure à la transpiration et **la présence d'une couverture végétale contribue donc à dessécher le sol et à humidifier l'atmosphère.**

Arrivée de l'eau dans une zone humide

Une zone humide est donc alimentée soit par des eaux de surface, provenant d'un ruissellement et/ou de l'écoulement d'un cours d'eau, soit par des eaux souterraines, suite à une infiltration. Après avoir pénétré dans la zone humide, l'eau peut:

- **traverser la zone humide et en ressortir dans un autre cours d'eau.** Une fois encore, **c'est la topographie qui décide de l'écoulement des eaux;** les cours d'eau permettant l'élimination du trop plein d'une zone humide sont, en général, indiqués sur les cartes;
- **s'infiltrer dans le sol. L'infiltration est influencée par la nature du sol et la profondeur de la nappe phréatique.** Comme nous l'avons déjà vu, une plus grande quantité d'eau s'infiltré dans les sols sableux perméables que dans les sols argileux imperméables. L'eau qui s'infiltré dans le sol peut ainsi servir à recharger la nappe phréatique;
- **s'évaporer dans l'atmosphère. Le taux d'évaporation est influencé par la température, l'humidité ambiante et la vitesse du vent;** il peut ainsi varier d'un minimum de 2 mm par jour les jours froids et calmes, à 15 mm par jour s'il fait chaud et sec et s'il souffle un vent comme l'harmattan. Il est possible de mesurer, expérimentalement, ce taux d'évaporation (voir Annexe 1).

L'évaporation annuelle telle que mesurée dans des conditions expérimentales peut dépasser la pluviométrie annuelle (bien qu' en pratique, la limite de l'évaporation soit fixée par la quantité d'eau disponible); on parle alors **d'évaporation potentielle** que l'on définit comme l'évaporation qui se produirait s'il y avait suffisamment d'eau. Ainsi, une évaporation potentielle de 2.800 mm par an se traduirait par l'assèchement total en un an, par évaporation, d'un lac de 2,8 mètres de profondeur.

D'une manière générale, cette situation prévaut dans l'ensemble de l'Afrique, à l'exception de ses régions les plus humides. **C'est parce que l'évaporation potentielle est généralement plus élevée que la pluviosité, que la majeure partie de l'Afrique connaît une saison sèche, pendant laquelle les sols s'assèchent, les herbes meurent et les arbres perdent leurs feuilles.** L'écart entre évaporation potentielle et pluviosité est tout particulièrement important en région sahélienne où l'évaporation potentielle peut être six fois plus élevée que la pluviosité (Figure 1.7).

Ecoulement dans un cours d'eau, infiltration dans le sol et évaporation dans l'atmosphère sont trois possibilités nullement exclusives; elles sont au contraire généralement associées, sauf dans de rares cas. Dans le delta intérieur du Niger (Mali), une partie de l'eau qui pénètre dans la zone humide en ressort par le fleuve, une autre s'évapore et une troisième s'infiltré dans le sol. En revanche, aucun cours d'eau ne quitte le Lac Tchad et l'eau qui y pénètre ne peut que s'infiltrer dans le sol ou s'évaporer dans l'atmosphère.

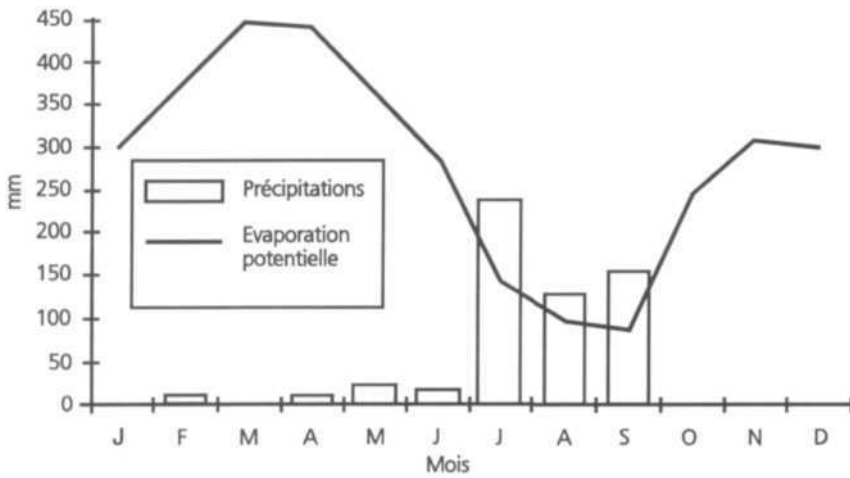


Figure 1.7 Evaporation potentielle et précipitations mensuelles à N'Djamena (Tchad) en 1986



Photo 6 Les sols des cuvettes où les conditions de drainage sont réduites sont très riches en argile gonflante. Humides, ils sont meubles et collants mais, à mesure que l'eau s'évapore, ils deviennent très durs et montrent de larges fissures appelées fentes de retrait.

Fluctuations¹⁴ du niveau d'eau dans une zone humide

La quantité d'eau dans les zones humides dépendant étroitement du climat, le caractère saisonnier des pluies en Afrique de l'Ouest fait que le niveau de l'eau dans les zones humides varie également avec les saisons: il est au plus bas en mai-juin, avant les pluies, et au plus haut en octobre. Certaines zones humides, comme les plaines d'inondation, sont même temporaires et sèches pendant une partie de l'année.

Le niveau d'eau peut ainsi fluctuer de plusieurs mètres, notamment dans les zones humides connectées à de grands systèmes fluviaux. Ainsi, en période de crue, le niveau des fleuves Niger et Sénégal peut monter de plus de 6 mètres par rapport aux normes de saison sèche.

Compte tenu des délais nécessaires pour que les eaux de pluie soient collectées par les fleuves, puis pour qu'elles aboutissent dans un lac, on constatera des décalages dans le temps entre les précipitations, l'élévation des niveaux d'eau dans les fleuves et l'élévation des niveaux d'eau dans les zones humides (Figure 1.8).

Comme de nombreuses zones humides se trouvent sur terrain relativement plat, **toute élévation du niveau de l'eau se traduit aussi par une extension latérale de la zone humide** qui peut être de l'ordre de plusieurs kilomètres ou dizaines de kilomètres

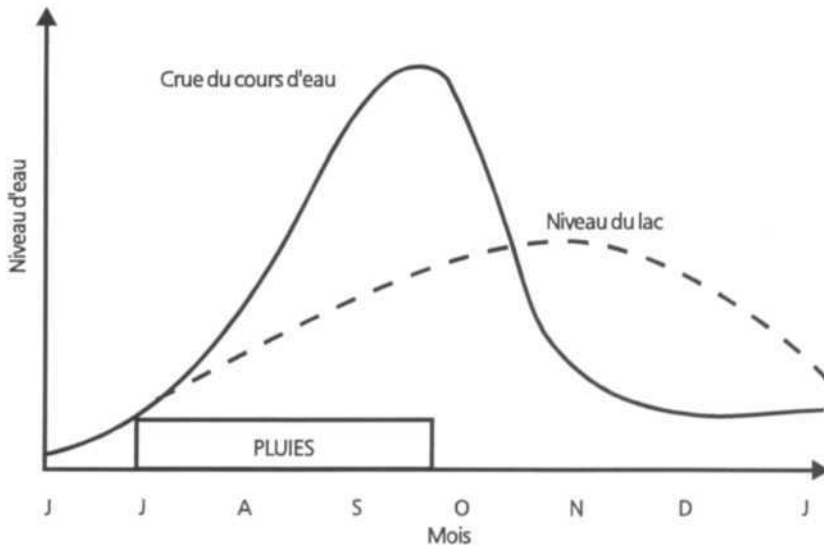


Figure 1.8 Variations annuelles du niveau d'eau dans un fleuve et un lac

¹⁴ **Fluctuations:** variations successives, dans un sens ou dans l'autre.

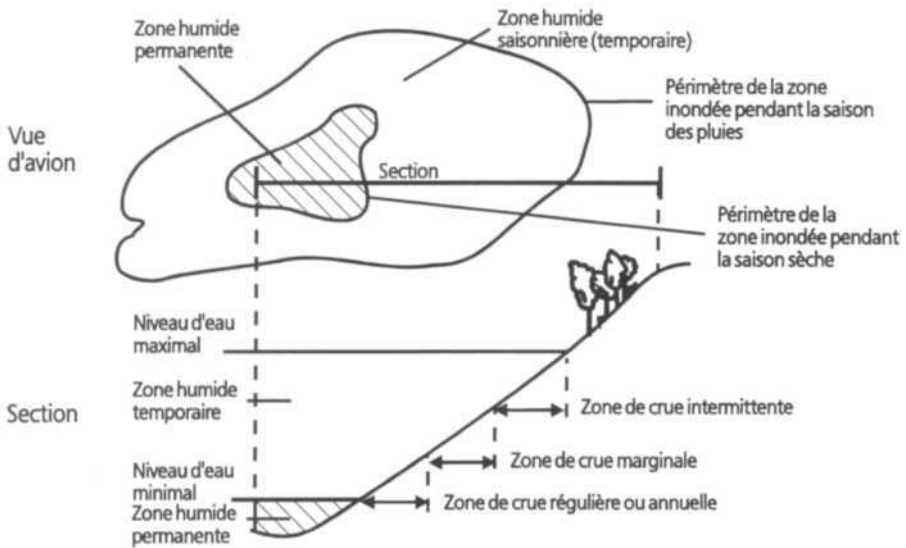


Figure 1.9 Variations du niveau d'eau et de l'étendue de la zone inondée

(Figure 1.9). C'est le cas du Lac Tchad, où la limite de l'eau peut se déplacer de plusieurs dizaines de kilomètres en un seul cycle hydrologique (Figure 1.10).

Ces **fluctuations du niveau d'eau dans une zone humide revêtent une importance capitale pour les organismes vivants, végétaux et animaux, qui les peuplent**. Le maintien de cette dynamique est fondamental pour la conservation de ces écosystèmes.

1.2 Sols et sédiments des zones humides

Hormis leur influence sur l'importance relative des taux de ruissellement et d'infiltration de l'eau dans un bassin versant, **les sols jouent un rôle fondamental dans le cycle des substances nutritives et influencent donc la croissance des végétaux**. Il est par conséquent important de savoir de quoi sont formés les sols des zones humides.

Nous avons vu que, dans tout bassin versant, l'eau de pluie qui tombe sur le sol peut s'infiltrer dans le sol, ruisseler ou s'évaporer. L'eau qui s'évapore est pure; en revanche, les eaux de ruissellement et d'infiltration se chargent en parcourant le sol de diverses substances qu'elles emportent en suspension ou qu'elles dissolvent.

Le volume (ou la masse) des matériaux franchissant l'embouchure d'un fleuve au cours d'une année définit la **charge annuelle** de celui-ci; elle comprend:

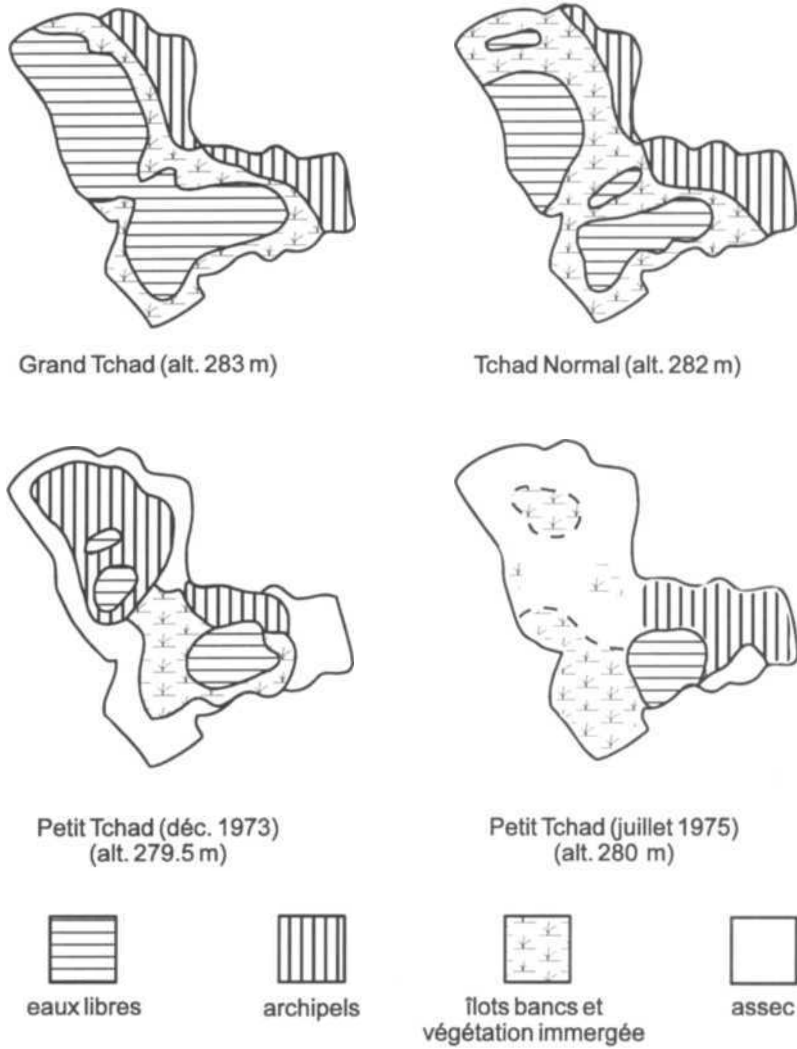


Figure 1.10 Paysages et état du Lac Tchad en fonction de l'altitude du plan d'eau

- des substances hydrosolubles¹⁵ dissoutes;
- des sédiments maintenus en suspension par les agitations de l'eau en mouvement;
- des éléments de fond (sables, galets, blocs) que les eaux courantes traînent, roulent ou déplacent par sauts successifs.

Le dépôt de ces diverses substances contribue à la formation des sols des zones humides. Outre les substances minérales, **les cours d'eau véhiculent également des substances organiques dont le dépôt joue un rôle essentiel dans la fertilisation¹⁶ naturelle des sols.**

Transport des sédiments et des éléments de fond

Par un processus d'**érosion¹⁷ hydrique**, les eaux de ruissellement entraînent donc des sédiments et des éléments de fond dans les ruisseaux et torrents qui deviennent bruns et boueux.

Cette capacité de transport dépend du débit et surtout de la vitesse du cours d'eau, les fleuves puissants et rapides pouvant transporter des sédiments aux particules relativement grosses. Elle est donc variable dans le temps en fonction des niveaux d'eau et maximale pendant les périodes de crue.

Toutefois, à mesure que le courant ralentit, lorsque le fleuve atteint des régions moins accidentées, les particules en suspension et charriées sur le fond se déposent progressivement dans le lit du cours d'eau. Les plus grosses sont déposées en premier tandis que les plus fines ne se déposent que lorsque les conditions sont relativement calmes, comme dans certains méandres et dans les bras morts du fleuve.

Des sédiments sont donc ainsi transportés vers l'aval par les fleuves et déposés, d'abord dans les zones humides continentales, puis dans les zones humides côtières, notamment dans les estuaires¹⁸. Les zones humides couvertes de végétation, comme les marigots et les plaines inondables, assurent des conditions de calme dans lesquelles les sédiments les plus fins peuvent se déposer: c'est pourquoi **les sols de ces zones humides sont fréquemment constitués de particules extrêmement fines**. Elles forment des sols argileux, généralement très imperméables, qui empêchent donc l'eau de s'infiltrer dans le sous-sol.

Cette capacité des sols argileux à retenir l'eau beaucoup mieux que les sols sableux est fréquemment mise à profit par la population locale, qui parvient à cultiver diverses céréales (notamment du sorgho) après le retrait des crues grâce à l'humidité résiduelle des sols. Ceux-ci peuvent contenir l'équivalent de 200 à 250 mm de pluies.

15 **Hydrosoluble:** soluble dans l'eau.

16 **Fertiliser:** rendre une terre plus fertile, plus productive.

17 **Erosion:** action d'usure et de transformation que les eaux et les agents atmosphériques font subir à l'écorce terrestre. L'érosion **hydrique** est due à l'eau alors que l'érosion **éolienne** est due au vent.

18 **Estuaire:** embouchure d'un cours d'eau, dessinant généralement dans le rivage une sorte de golfe évasé et profond.

Transport de substances hydrosolubles

Les eaux de ruissellement et d'infiltration se chargent donc, en parcourant les sols des bassins versants, de substances minérales hydrosolubles. On parle d'un **processus de lessivage**, qui appauvrit ainsi ces sols.

Le lessivage des sols fait que l'eau de surface n'est pas un élément totalement pur. Même après dépôt de tous les sédiments, elle contient encore des sels dissous, qui ont été arrachés aux roches du bassin versant dont elle provient. Ces sels sont toujours présents, même dans les systèmes dits d'eaux douces. En grande quantité, ils rendent l'eau saline comme l'eau de mer. La salinité, c'est-à-dire la teneur en sels dissous de l'eau, s'exprime en grammes de sels par litres; on peut la mesurer facilement par évaporation d'un litre d'eau et pesée des sels qui restent. La salinité de l'eau de mer est d'environ 35 g/l.

Bien qu'une faible quantité d'entre eux soit assimilée par les végétaux, les sels disparaissent très difficilement d'un système terrestre ou d'une zone humide, à moins d'être emportés vers la mer.

Les sels dissous se déposent dans les sols à mesure que l'eau s'évapore et s'accumulent ainsi au fil des ans s'ils ne sont pas évacués. Or, la salinité des sols a une influence importante sur la vie dans les zones humides. En effet:

- peu de plantes tolèrent les sols salins;
- si la salinité augmente trop, les poissons d'eau douce finissent par mourir. Ils peuvent alors éventuellement être remplacés par d'autres espèces plus tolérantes aux sels.

Des changements brutaux de salinité entraînent toujours des modifications importantes de la végétation et de la faune.

1.3 Cas particulier des zones humides côtières

La définition des zones humides adoptée par la Convention de Ramsar inclut des formations côtières (eaux côtières peu profondes, lagunes et vasières intertidales¹⁹) dont on trouve des exemples sur la majeure partie des côtes d'Afrique de l'Ouest (Banc d'Arguin en Mauritanie, lagunes côtières du littoral du Golfe de Guinée, etc.). Ces zones humides côtières sont situées à l'interface du continent et de l'océan et sont généralement alimentées à la fois par de l'eau de mer et par de l'eau douce, cette dernière provenant, comme nous l'avons vu, des cours d'eau, des précipitations et/ou des mouvements de la nappe souterraine.

Les caractéristiques des zones humides côtières, comme celles des zones humides continentales, sont affectées par un certain nombre de cycles qui jouent un rôle important dans la diversité de la flore et de la faune et dans le maintien du niveau de

¹⁹ **Zone intertidale:** espace côtier situé entre les limites extrêmes atteintes par la marée.



Photo 7 Les courants marins sont à l'origine de la création et du mouvement des îles et des barres sableuses qui caractérisent les zones humides côtières.

productivité. Les deux facteurs qui revêtent une importance particulière pour ces écosystèmes sont:

- les mouvements d'eau, que l'on peut répartir en:
 - mouvements d'eau douce, c'est-à-dire l'écoulement des cours d'eau. Le rythme saisonnier des apports annuels d'eau douce (saison des pluies/saison sèche) joue ici un rôle majeur, notamment dans les lagunes;
 - mouvements d'eau salée (marées et courants); et.
- les mouvements et dépôts (sédimentation) de limon²⁰ ou de sable entraînés par les déplacements d'eau. Ces processus expliquent la formation d'îles, de bancs de sable, de promontoires et de vasières, qui fournissent ensuite un environnement favorable à de nombreuses espèces animales et végétales.

20 **Limon:** terre ou fines particules entraînées par les eaux et déposées sur le lit et les rives des fleuves ainsi que dans les zones humides.

Cycles des marées

Les **marées** sont des mouvements verticaux du niveau de la mer, qui ont lieu 2 fois par jour (cycle biquotidien) et dont l'amplitude²¹ est généralement de 1 m à 1,5 m en Afrique de l'Ouest (bien qu'elle puisse atteindre 4 m en Guinée).

A marée montante, l'eau envahit les zones intertidales situées le long de la côte; elle se retire environ 6 heures plus tard, à marée descendante. Au cours d'une même journée, on constate deux marées basses (niveau d'eau au minimum) et deux marées hautes (niveau d'eau au maximum). **Le niveau d'eau dans les zones humides côtières varie donc en permanence.**

L'origine des marées est complexe car elle est liée aux forces d'attraction exercées par la lune et le soleil; toutefois, l'influence du soleil est plus faible que celle de la lune parce qu'il est plus loin de la terre. L'amplitude des marées varie donc selon la position relative de ces astres. **Au cycle biquotidien se superpose ainsi un deuxième cycle fondamental, déterminé par celui de la lune (qui dure 28 jours).** Ce deuxième cycle fait que, tous les 28 jours, on observe:

- une amplitude maximale (marée haute et marée basse de vive eau) à la nouvelle lune;
- une amplitude minimale (marée haute et marée basse de morte eau) au premier quartier de lune;
- une deuxième amplitude maximale (marées de vive eau) à la pleine lune;
- une deuxième amplitude minimale (marées de morte eau) au dernier quartier de lune.

Entre ces deux extrêmes, l'amplitude de la marée peut prendre toutes les valeurs intermédiaires.

On pourrait également mentionner un cycle saisonnier avec des marées de plus forte amplitude en période d'équinoxe²² (21 mars et 23 septembre).

Courants et influence sur la sédimentation

Il convient de faire une distinction entre deux types de courants: les courants océaniques et les courants dus à la force des marées, appelés courants tidaux.

Les courants océaniques

Ils suivent un schéma très régulier et font partie d'un système mondial de circulation océanique qui est à l'origine des climats sur l'ensemble de la planète.

Les courants océaniques modifient le littoral par érosion d'un côté et sédimentation de l'autre. Les systèmes de bancs de sables évoluent donc en suivant la direction du

21 **Amplitude:** grandeur, étendue, ou encore écart entre les deux valeurs extrêmes.

22 **Equinoxe:** période de l'année où le soleil passe par l'équateur, et où le jour et la nuit ont la même durée, du Pôle Nord ou Pôle Sud.

courant de la même manière que les dunes de sable se déplacent dans la direction du vent. Ainsi, le long des côtes de la Mauritanie et du Sénégal, les bancs de sable et les îles se déplacent du nord vers le sud.

Les bancs de sable ont également tendance à se développer, en direction du sud, à partir de la rive nord de l'embouchure d'un cours d'eau, en formant une langue de terre qui repousse l'embouchure vers le sud. C'est ainsi qu'on explique la formation de la langue de Barbarie à l'embouchure du Sénégal.

Lorsqu'une telle langue de terre se brise sous l'effet du vent ou des vagues, il se forme une nouvelle île qui peut ensuite s'éroder avant de disparaître pendant qu'une nouvelle barre de sable se forme ailleurs. C'est le cas actuellement de la langue de Sangomar, dans le delta du Saloum (Figure 1.11).

Les habitats d'estuaire sont donc très dynamiques et en mutation constante. Des îles apparaissent alors que d'autres disparaissent ou se déplacent. Cette évolution est importante pour certains groupes d'oiseaux comme les sternes qui aiment nicher sur des îles n'abritant que les premiers stades de végétation. Sans ces changements constants, les îles seraient envahies par une végétation luxuriante et ne conviendraient plus à ces oiseaux.

Les courants tidaux

Ils sont donc, comme leur nom l'indique, dus à la force de la marée et se forment lorsque l'eau de la marée doit s'engager dans un environnement partiellement cloisonné, comme dans le cas de nombreux estuaires, deltas et lagunes côtières.

Comme les courants océaniques, les courants tidaux transportent des sédiments en suspension; en revanche, leur action est loin d'être constante car elle est rythmée par le cycle biquotidien des marées:

- lorsqu'elle monte, la marée s'accompagne d'un courant vers l'amont;
- à marée haute, il n'y a pas de courant du tout;
- à marée descendante, on observe un courant vers l'aval;
- à marée basse, il n'y a pas de courant non plus.

La vitesse des courants tidaux évolue ainsi selon un rythme régulier qui détermine le lieu et le moment du dépôt des particules en suspension. La vase fine ne pouvant se déposer que dans des eaux à peu près stagnantes, ce ne sera possible dans un estuaire que lorsque le courant s'annule, c'est-à-dire à marée haute et à marée basse. Mais pour que ce dépôt soit durable, il faut également que le lieu reste à l'abri des courants et seuls les dépôts se produisant à marée haute sont donc durables, alors que les dépôts se produisant à marée basse sont immédiatement emportés à nouveau vers l'amont par les courants de la marée montante suivante.

Ainsi, on constate, en partant du large, le développement d'un système d'îles sablonneuses et de bancs de sables séparés par de petits chenaux, au départ très profonds, avec des courants très forts et des dépôts grossiers (sable) au fond, qui se divisent progressivement en chenaux de plus en plus petits, de moins en moins profonds et de plus en plus boueux, pour finir le long du rivage contre des bancs de vase épaisse que

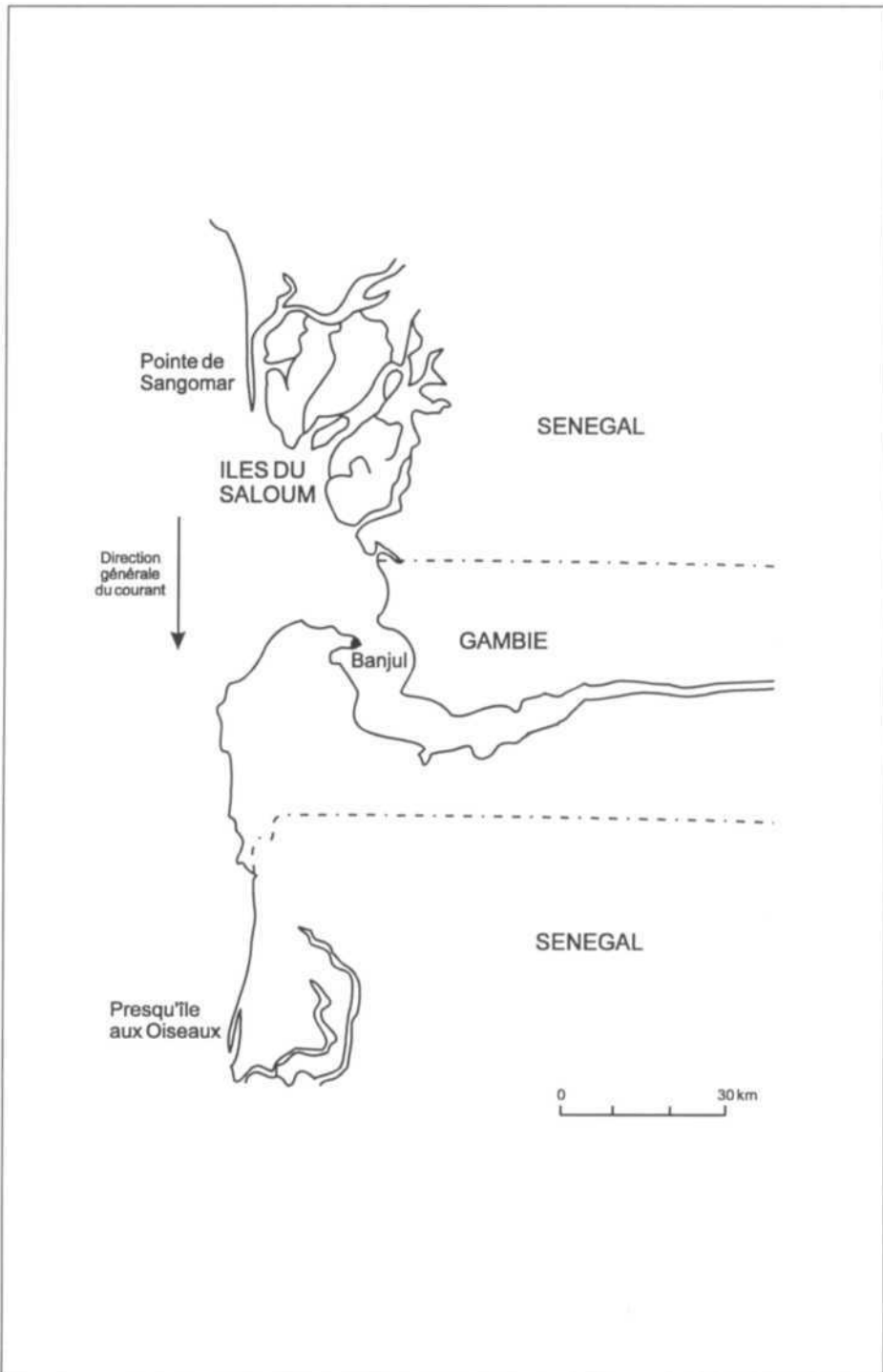


Figure 1.11 Carte de la côte sénégal-gambienne montrant l'influence du courant marin dominant sur le delta du Saloum

la marée atteint rarement. **Les terrains bénéficiant d'une sédimentation régulière de matériaux fins (vase) sont très riches en nutriments.**

Régime d'inondation et zones de vie

La zone intertidale est elle-même divisée en zones très précises, dont les caractéristiques dépendent du **temps d'inondation**. A chaque zone correspondra une flore et une faune spécifiques.

On peut en effet définir un niveau maximum que la mer atteint au moment de la plus haute marée (marée haute de vive-eau), au dessus duquel la terre n'est jamais submergée, et un niveau minimum correspondant à la marée la plus basse (marée basse de vive-eau), en dessous duquel le sol n'est jamais sec. Entre ces deux extrémités, se trouvent deux autres niveaux, l'un de marée haute de morte-eau, l'autre de marée basse de morte-eau.

Entre les deux niveaux de marée de morte-eau, le sol est alternativement émergé et submergé deux fois par jour, tous les jours. En revanche, entre les niveaux minima de marée de vive-eau et de marée de morte-eau, le sol n'est sec à marée basse que pendant une partie du mois, et entre les niveaux maxima de marée de vive-eau et de marée de morte-eau, le sol n'est submergé à marée haute que pendant une partie du mois également (Figure 1.12).

La zone intertidale bénéficie donc d'un régime d'inondation variable qui, quoique extrêmement dynamique, est facilement prévisible en chaque point. La composition du sol suit ainsi également une gradation qui dépend aussi de la quantité de limon transportée par la mer. Ces deux facteurs expliquent la **délimitation très stricte de la zone intertidale en strates correspondant à des formes de vie adaptées à un régime d'inondation et à un type de sol particuliers.**

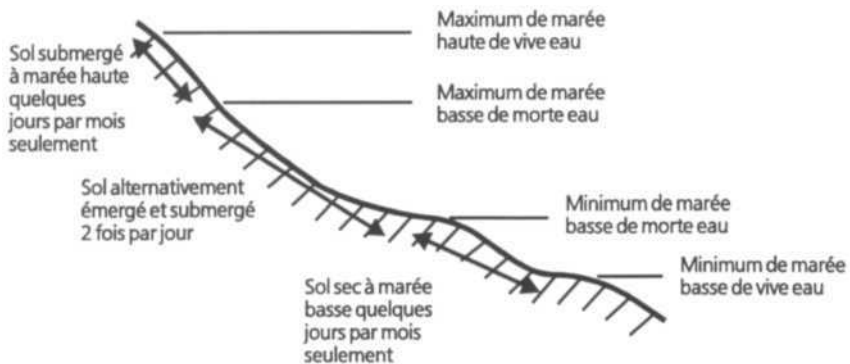


Figure 1.12 Subdivision des zones humides intertidales en zones de vie

1.4 Végétation des zones humides

Comme on peut le voir, les zones humides sont des écosystèmes complexes et dynamiques. Leur végétation est également très diverse et productive, et différentes espèces de plantes poussent dans des biotopes²³ particuliers qui répondent toujours à des besoins précis. On trouvera dans la Fiche Technique n° 3 une description des diverses techniques permettant d'étudier la végétation des zones humides.

Importance des plantes aquatiques

Les plantes aquatiques offrent un intérêt particulier aussi bien au plan écologique qu'économique:

- Au plan écologique:
 - elles fournissent la nourriture qui assure, directement ou non, la vie dans l'eau et forment ainsi la base des chaînes trophiques²⁴; leur productivité élevée contribue à la richesse biologique des zones humides;
 - outre leur rôle alimentaire, les macrophytes offrent à des organismes de toutes sortes des habitats variés, des abris et des supports;
 - elles oxygènent l'eau par le biais de la photosynthèse²⁶;
 - elles contribuent à amortir les variations de température, en particulier dans les milieux peu profonds;
 - elles purifient le milieu par la possibilité qu'elles ont d'absorber et de fixer des éléments minéraux dissous;
 - elles favorisent activement la sédimentation dont la progression tend à augmenter la superficie des terres émergées;
 - la présence de certaines espèces oriente l'évolution d'un milieu vers un équilibre biologique et écologique particulier. Lorsqu'il est atteint, le maintien d'un tel équilibre est encore le fait de plantes qui assurent la constance de nombreuses caractéristiques du milieu (comme la teneur en oxygène ou en sels, l'acidité, etc...).
- Au plan économique, la productivité élevée des plantes aquatiques est également mise à profit:
 - elles contribuent largement à l'alimentation humaine, (riz par exemple) et à la nutrition des animaux sauvages (poissons et oiseaux en particulier), mais aussi domestiques (bétail) dont l'homme tire profit;

23 **Biotope:** milieu, habitat.

24 **Chaîne trophique:** chaîne alimentaire, voir section 1.6.

25 **Macrophyte:** espèce végétale visible à l'oeil nu; opposé à microphyte, terme qui recouvre les micro-organismes végétaux.

26 **Photosynthèse:** processus par lequel les plantes vertes utilisent l'énergie lumineuse et le gaz carbonique de l'air pour assurer leur croissance. Le rejet d'oxygène est un effet secondaire de la photosynthèse.

- elles fournissent des pailles (pour les nattes), des engrais (compost), divers remèdes, etc..., sans oublier les ressources forestières (en particulier le bois des mangroves).

Cependant, dans certaines circonstances, les plantes aquatiques peuvent également être nuisibles:

- lorsque les eaux sont polluées, elles peuvent proliférer aux dépens des poissons, des cultures (rizières), allant jusqu'à obstruer des voies navigables ou des canaux d'irrigation (cas des jacinthes et salades d'eau);
- elles peuvent héberger des parasites des cultures, favoriser des animaux nuisibles à l'homme ou des vecteurs de maladies, etc...

Ces comportements nuisibles sont particulièrement fréquents pour les espèces exotiques introduites par l'homme (comme la Jacinthe d'eau, originaire d'Amérique latine) ainsi que lorsque ce dernier a déjà modifié l'écosystème (construction de barrages, mise en place de monocultures²⁷, pollution, etc...).



Photo 8 Les jacinthes d'eau *Eichornia crassipes* présentent à la base de leurs feuilles des renflements servant de flotteurs. Leur prolifération constitue un véritable fléau pour les cours d'eau tropicaux.

²⁷ **Monoculture:** culture d'un seul produit (exemple: monoculture du riz).

Différents types de plantes aquatiques

Parmi les macrophytes aquatiques, on peut observer tous les intermédiaires entre:

- les plantes strictement submergées; et,
- celles qui subissent quelques brèves semaines d'inondation saisonnière.

On examinera plus loin le cas particulier de la végétation des zones intertidales, et notamment des mangroves, qui subissent une brève inondation biquotidienne.

Dans les zones humides continentales, la limite entre plante aquatique et plante de marigot est donc difficile à tracer. Nous considérons comme plantes aquatiques, les plantes qui fleurissent normalement dans l'eau, même si seule leur base est inondée.

Grosso modo, on peut classer la végétation aquatique comme suit (Figure 1.13):

- les macrophytes flottantes, qui vivent entièrement dans l'eau mais qui ne sont pas enracinées dans le substrat;
- les espèces immergées, ou espèces euhydrophytes (qui signifie littéralement vraies plantes aquatiques), qui vivent entièrement dans l'eau; elles sont enracinées dans le substrat et ont des feuilles submergées ou flottantes;
- les macrophytes émergentes, qui sont enracinées dans le substrat au fond de l'eau mais dont une partie de l'appareil végétatif est aérien. On distingue:
 - les macrophytes émergentes herbacées, qui ne contiennent pas de bois; et
 - les macrophytes émergentes ligneuses, c'est-à-dire qui contiennent du bois.

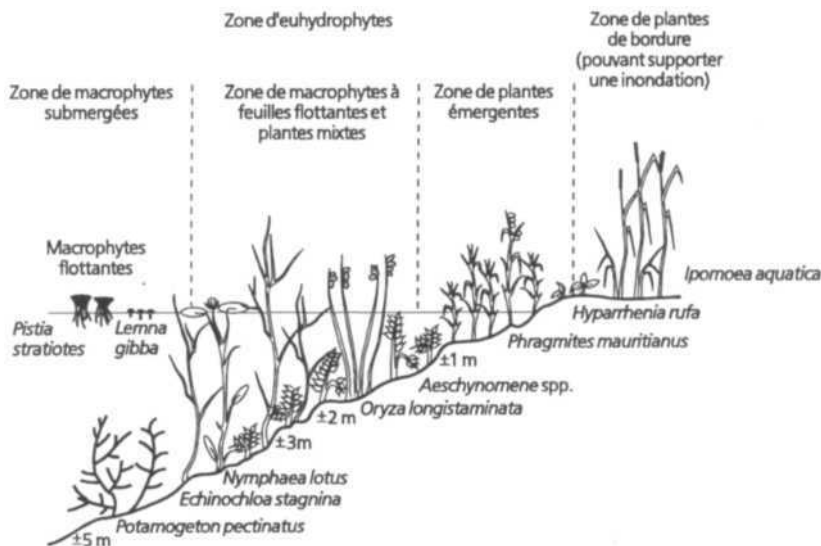


Figure 1.13 Les différents types d'espèces végétales aquatiques

Macrophytes flottantes

Les espèces aquatiques flottantes portent leurs feuilles, généralement plates, à la surface de l'eau. Elles diffèrent des euhydrophytes par le fait qu'elles ne sont pas enracinées et leur répartition dans la zone humide dépend largement des conditions de vent et des courants.

Cette catégorie comprend les "mauvaises herbes", telles que la salade d'eau *Pistia stratiotes* et les lentille d'eau *Lemna* spp. ou encore la Jacinthe d'eau *Eichhornia crassipes*, dont la prolifération peut conduire à l'étouffement des plans d'eau artificiels.

Espèces euhydrophytes

Les espèces euhydrophytes vivent entièrement dans l'eau et sont enracinées au fond. Leurs feuilles peuvent être submergées ou flottantes, une même espèce pouvant présenter les deux types. Les fleurs peuvent également émerger.

Les espèces à feuilles submergées ne peuvent pousser que dans des eaux claires et calmes. Si l'eau est trop trouble, la lumière ne peut pas y pénétrer suffisamment pour atteindre les feuilles et ces espèces ne peuvent survivre.

Les euhydrophytes comprennent notamment les potamots *Potamogeton pectinatus*, les nénuphars *Nymphaea* spp. et *Aeschynomene* spp.

Espèces émergentes herbacées

On qualifie d'herbacées les plantes non ligneuses, c'est-à-dire ne contenant pas de bois, dont la partie aérienne meurt après la formation des fruits. Ce sont les plantes aquatiques les plus communes et on en connaît des centaines d'espèces, allant de celles qui poussent autour des plans d'eau, avec des racines légèrement immergées, à celles qui ont besoin d'être immergées plusieurs mois de l'année et poussent parfois dans des eaux de 4 à 5 mètres de profondeur. C'est à cette catégorie qu'appartiennent les roseaux *Phragmites* spp. et les massettes *Typha* spp.

La végétation herbacée peut être pérenne ou annuelle. Cette distinction est importante car elle aura des répercussions non seulement sur l'habitat que chaque espèce peu coloniser mais également sur les autres espèces vivant dans les zones humides:

- les espèces pérennes ne meurent pas totalement chaque année; une plante herbacée peut ainsi vivre de nombreuses années, en poussant durant la saison humide et en restant en dormance²⁸ (ou en poussant plus lentement) pendant la saison sèche;
- les plantes annuelles meurent en revanche en totalité chaque année après avoir produit des graines. Celles-ci donneront naissance à de nouvelles plantes l'année suivante.

D'une manière générale, **les plantes annuelles produisent des graines en très grandes quantités afin d'assurer la survie de l'espèce**, alors que les plantes

28 **Dormance:** inhibition de la croissance.



Photo 9 Les plantes émergentes telles que *Phragmites*, *Typha*, *Echinochloa*, *Vossia* etc... poussent dans les secteurs les plus régulièrement inondés par de l'eau douce.

pérennes ne sont pas soumises à cette obligation. Toutefois la règle a ses exceptions car certaines espèces pérennes telles que le Bourgou *Echinochloa stagnina* et le Nénuphar *Nymphaea lotus* produisent également des graines en abondance, très appréciées des humains et par de nombreux oiseaux.

Espèces émergentes ligneuses

Les espèces émergentes ligneuses, qui contiennent donc du bois, sont les arbres et les buissons qui poussent dans les zones humides et autour d'elles. Ce sont soit des espèces ripicoles²⁹, qui tolèrent seulement les crues (comme les ébènes *Diospyros* spp.), soit des espèces réellement aquatiques, comme *Acacia nilotica* ou *Mimosa pigra*.

Dans certaines régions méridionales³⁰ d'Afrique de l'Ouest, comme la Côte d'Ivoire, où le climat est plus ou moins tropical et la pluviosité élevée, on peut observer des forêts marécageuses de *Mitragyna ciliata*, *Symphonia globulifera* et *Raphia hookeri*.

29 **Plantes ripicoles:** qui colonisent les rives des cours d'eau. Également appelées plantes riveraines.

30 **Méridional:** situé au sud.



Photo 10 *Ipomoea aquatica* et *Panicum subalbidum* sont des plantes communes des terrains faiblement inondés, comme cette mare temporaire des abords du Lac Fitri au Tchad.

Autres végétaux aquatiques

On oublie en outre trop souvent l'importance de deux autres sortes de végétaux:

- d'une part, les algues³¹ qui peuvent former de masses flottant librement ou s'accrocher sur toute surface dure et submergée, notamment sur les tiges et feuilles d'autres plantes, jusqu' à une profondeur où pénètre encore suffisamment de lumière;
- d'autre part, **le phytoplancton**³², ou microphytes aquatiques, qui flotte librement dans l'eau sans jamais s'attacher à aucun substrat.

Algues et phytoplancton constituent d'importantes sources de nourriture pour les poissons et les invertébrés, et se trouvent à la base de la chaîne alimentaire.

31 **Algues**: plantes aquatiques inférieures, se reproduisant sans jamais former de fleurs ni de fruits ou graines. Toutes leurs cellules sont assez semblables.

32 **Phytoplancton**: ensemble des organismes végétaux de très petite taille vivant en suspension dans l'eau

Distribution des plantes dans les zones humides

Six facteurs principaux influencent la distribution des plantes dans les zones humides:

1. la hauteur de la crue;
2. la durée de la crue;
3. le moment de la crue;
4. la nature du sol;
5. la salinité;
6. la turbidité.

Hauteur et durée de la crue sont en général (mais pas toujours) liées. Les interactions entre ces six facteurs donnent une mesure de la complexité observable dans les systèmes de zones humides tropicales.

Cet ouvrage n'a pas la prétention de présenter l'ensemble des besoins de chaque espèce d'une zone humide et nous ne présenterons ici que quelques exemples d'espèces communes dans la zone sahélienne:

Tableau 1.1 Répartition des espèces végétales en fonction de la hauteur et de la durée de la crue

Durée de la crue	Hauteur de la crue	Espèces végétales
Moins de 2 mois	crues intermittentes	<i>Acacia nilotica</i> <i>Panicum anabaptistum</i>
2 à 3 mois	crues marginales	<i>Vetiverianigritana</i> <i>Hyparrhenia rufa</i> <i>Setaria</i> spp. (millets)
3 à 5 mois	crues moyennes	<i>Cyperus articulatus</i> <i>Cyperus hespan</i> <i>Eleocharis</i> spp. <i>Oryza</i> spp. (riz)
Plus de 6 mois	crues fortes	<i>Nymphaea</i> spp. (nénuphars) <i>Phragmites</i> spp. (roseaux) <i>Typha</i> spp. (massettes) <i>Vossia cuspidata</i> <i>Echinochloa stagnina</i> (bourgou)

La Figure 1.14 montre comment diverses espèces se sont adaptées à différents stades d'immersion au Cameroun.

INONDATION COURTE ET PEU PROFONDE

*Chloris pilosa**Andropogon gayanus**Sorghum arundaceum**Echinochloa colona**Eriochloa fatmensis**Pennisetum ramosum**Hyparrhenia rufa**Panicum anabaptistum**Setaria sphacellata**Eragrostia namaquensis**Vetiverianigritana**Paspalum scrobiculatum**Jardinia congoensis**Oryza barthii**Leersia hexandra**Echinochloa pyramidalis**Oryza longistaminata**Echinochloa stagnina**Vossia cuspidata*

INONDATION LONGUE ET PROFONDE

Figure 1.14 Relation entre le régime des crues et la végétation au Cameroun
(Source: T. van der Zon, *in* Harthoorn, J. 1990)

Végétation des zones intertidales

Le premier constat à faire est celui d'une **relative pauvreté en espèces de la végétation des zones intertidales**.

Ainsi, les **phanérogames³³ ne sont présentes pour ainsi dire que dans les strates supérieures de la zone intertidale**, qui sont donc le plus souvent hors d'eau (voir Figure 1.12) et où elles forment une sorte de transition entre la végétation aquatique et la végétation terrestre. Les zostères *Zostera* spp. constituent une exception puisqu'elles se développent sur les vasières, lorsque l'eau est relativement calme et claire et le sol assez ferme. On trouve ainsi des peuplements importants de zostères sur les vasières tidales du Banc d'Arguin en Mauritanie.

Toutefois, d'importantes superficies de vasières intertidales sont, à l'oeil nu, dénuées de toute végétation. Elles sont cependant assez riches puisqu' on y trouve d'abondantes quantités d'algues microscopiques, des diatomées notamment.

Si le substrat est suffisamment ferme et l'eau suffisamment claire, on trouvera ensuite, dans les strates les plus basses de la zone intertidale qui sont donc le plus fréquemment submergées, un certain nombre d'espèces d'algues qui, quant à elles, forment une transition avec la véritable végétation marine.

33 **Phanérogame:** plante à fleur.



Photo 11 Du fait de leur forte productivité, les zostères *Zostera noltii* forment d'importantes prairies sous-marines découvertes à marée basse, comme ici au Banc d'Arguin en Mauritanie.



Photo 12 Les racines "échasses" des palétuviers (ici, *Rizophora racemosa* dans l'estuaire du Saloum au Sénégal) maintiennent les troncs et les branches au dessus du niveau de la marée haute.

Les mangroves

Les mangroves, qu'on ne trouve que sous les tropiques, sont des formations arborées, propres aux strates supérieures de la zone intertidale. Bien qu'elles forment une végétation dense, les forêts de mangroves abritent un nombre limité d'espèces végétales. En Afrique de l'Ouest, la plupart des arbres des mangroves appartiennent aux genres *Rhizophora* et *Avicennia*.

Les arbres des mangroves, appelés palétuviers, présentent diverses adaptations morphologiques³⁴ et physiologiques³⁵ à la vie dans ce type d'environnement assez difficile et instable, essentiellement constitué d'une boue épaisse; leurs racines notamment permettent aux troncs de rester en permanence au dessus du niveau de l'eau. Les palétuviers sont d'excellents colonisateurs de nouveaux dépôts sédimentaires à l'embouchure des fleuves.

En outre, les racines des arbres du genre *Avicennia* sont dotées d'excroissances, appelées pneumatophores, qui poussent de leur partie souterraine vers la surface de l'eau et permettent ainsi aux racines de respirer.

Les arbres des mangroves non seulement supportent l'eau salée mais ne peuvent en fait survivre que dans un environnement tidal. En l'absence de marées, la mangrove meurt, quelle que soit la salinité de l'eau.

La végétation: élément essentiel des écosystèmes de zones humides

La végétation des zones humides est donc intimement liée à un régime hydrique particulier, qui assure la survie des espèces présentes. Lorsque ce régime est perturbé, que ce soit en raison de modifications naturelles (comme la sécheresse) ou du fait de l'intervention de l'homme, la structure de la végétation change, ce qui a des répercussions en chaîne sur les autres espèces sauvages qui dépendent de la végétation.

La végétation fournit en effet l'architecture de base du milieu dans lequel d'autres espèces vivent. Les plantes des zones humides procurent une structure immergée et émergée permettant à d'autres organismes de se nourrir et de croître. **Des changements affectant la végétation peuvent par conséquent avoir des effets dévastateurs pour d'autres espèces.**

Par exemple, la colonisation de l'eau libre par des roseaux aura pour effet, d'une part de réduire les habitats disponibles pour les canards (car ceux-ci préfèrent les plans d'eau dénués de toute végétation émergente et se nourrissent notamment des graines des nénuphars), d'autre part d'augmenter les habitats pour les insectes (qui abondent dans les roselières) et des passereaux qui s'en nourrissent.

34 **Morphologie:** la forme, l'apparence extérieure.

35 **Physiologie:** les processus biochimiques qui soutiennent la vie.

Des changements, même subtils, dans la densité ou la distribution de la végétation, peuvent ainsi avoir des conséquences importantes pour les oiseaux qui, très souvent, occupent des niches³⁶ écologiques relativement étroites.

1.5 Faune

Tout comme la végétation, la faune des zones humides est extrêmement diverse, allant des organismes microscopiques aux grands animaux comme les hippopotames et les éléphants.

Diversité biologique et stabilité des écosystèmes

Au sein du règne animal, des relations complexes se sont établies entre deux types d'animaux: ceux qui se nourrissent de végétaux d'une part, appelés herbivores (ce sont les consommateurs primaires), et ceux qui se nourrissent d'autres animaux, vivants ou morts, appelés carnivores ou prédateurs" (ce sont les consommateurs secondaires). De nombreuses années de recherche sont généralement nécessaires pour arriver à connaître ces relations mais il est toujours utile de distinguer les prédateurs des proies, même si certaines espèces peuvent être les deux à la fois (voir la section 1.6 consacrée aux chaînes trophiques).

Les relations entre les diverses espèces sont cependant extrêmement nombreuses et dépassent les simples rapports aliment/consommateur. Certaines espèces jouent ainsi des rôles particulièrement importants et bien définis dans l'écosystème. Les herbivores, par exemple, s'alimentent de végétaux porteurs de graines et disséminent ces semences dans leurs excréments, favorisant ainsi la propagation de ces végétaux. Les chauves-souris, les abeilles, les papillons et quantités d'autres insectes fertilisent les végétaux en transportant du pollen d'une fleur à une autre. Les éléphants, les hippopotames et d'autres grands mammifères peuvent modifier physiquement l'environnement en brisant des arbres, en se vautrant dans les mares ou en creusant le sol à la recherche de bulbes et de racines, et créer ainsi des habitats pour d'autres espèces, plus petites. On pourrait citer un nombre infini de tels exemples.

La stabilité d'un écosystème dépend d'un grand nombre de facteurs parmi lesquels figurent notamment ces interactions entre les diverses espèces, chacune d'entre elles jouant un rôle dans le système. Il est indispensable de prendre conscience du fait qu'une rupture de ces relations peut, à terme, modifier la structure de l'ensemble du système, même si elle n'est due qu'à la perte d'une seule espèce.

La préservation de l'ensemble des espèces présentes est ainsi une des conditions du bon fonctionnement des zones humides, une règle qui s'applique à tous les autres écosystèmes de la planète. C'est la raison pour laquelle certaines agences d'aide au

36 **Niche écologique:** milieu biologique assez étroit offrant à une population animale des conditions d'habitat stables.

37 **Prédateur:** qui se nourrit d'autres animaux.



Photo 13 Les relations entre les différentes espèces ne sont pas uniquement du type prédateur (consommateur) - proie (aliment), comme le démontrent ces hérons garde boeufs *Bubulcus ibis* se nourrissant en association avec un buffle *Syncerus* spp.

développement demandent maintenant que la préservation de la diversité biologique fasse partie d'une politique de développement durable.

La diversité biologique désigne la variabilité des organismes vivants de toute origine; elle comprend aussi bien la diversité au sein des espèces (variabilité génétique) et entre les espèces, que la diversité des écosystèmes. Conserver la diversité biologique consiste notamment à protéger l'ensemble des organismes vivants afin d'en maintenir la variabilité. Bien que les estimations varient beaucoup, le nombre d'espèces présentes sur terre atteint probablement 10 millions au moins, dont seules quelque 9.700 espèces d'oiseaux et 4.200 espèces de mammifères. L'homme partage donc la planète avec de nombreuses autres espèces qui non seulement ont toutes droit à la vie mais en outre font partie intégrante des écosystèmes et des complexes qui permettent la vie. Pour assurer la survie des différentes espèces de flore et de faune et maintenir leurs divers habitats, il est parfois nécessaire d'établir des aires protégées afin d'assurer leur conservation. Une fois éteinte, une espèce est perdue pour toujours, souvent sans qu'on connaisse son importance.

Intérêt économique de la faune

Hormis cet intérêt écologique, il ne faut pas oublier que **la faune intervient directement ou indirectement dans l'économie d'une région, voire d'une nation.**

– Directement:

- par **l'apport alimentaire** (poisson, viande, miel, etc...) aux populations locales. Si l'idée de la pêche est bien acceptée, il faut également que l'exploitation de la faune soit placée au même rang que l'élevage domestique. On s'est en effet rendu compte que, dans certaines régions africaines, les animaux sauvages avaient, du fait de leur diversité de tailles et d'habitudes alimentaires et de leur bonne résistance aux maladies, de meilleurs rendements en viande par hectare que les animaux domestiques et qu'ils pouvaient maintenir une biomasse plus élevée.

En Côte d'Ivoire, la valeur de la viande de brousse consommée attendrait 50 milliards de FCFA (avant dévaluation), pour une quantité estimée à 65.000 tonnes par an, soit 70% de la consommation de viande ou 15% de la consommation totale en protéines animales.

- par les **recettes fiscales** provenant des taxes de port d'armes, de permis de chasse ou de capture et des taxes d'abattage, ces différentes redevances pouvant être plus importantes pour des résidents étrangers ou des touristes que pour les ressortissants nationaux.

Les 8.000 éléphants abattus clandestinement entre 1982 et 1984 en République centrafricaine représentaient une perte pour l'Etat de 640 millions de FCFA (avant dévaluation) en taxes d'abattage et permis de chasse, une somme qui aurait été multipliée par 5 si ces animaux avaient été abattus officiellement par des résidents étrangers, et par plus de 10 s'ils avaient été abattus par des touristes étrangers.

- par les **revenus qu'on peut tirer de la commercialisation de la viande et des sous-produits** (peaux, cornes...). Il est important de noter que les produits fauniques sont parmi les principales matières premières pour l'artisanat et font actuellement l'objet d'une certaine industrialisation (ivoire d'éléphant et dents d'hippopotame, peaux des félins tachetés, cornes de rhinocéros, etc...).
- par les **recettes provenant du tourisme de vision**: taxes d'entrée dans les parcs, l'hébergement et la restauration des touristes, etc...

– Indirectement:

- par son **rôle dans la propagation et le développement des végétaux**, la faune participe à la production du bois et des produits agricoles;
- par les **emplois qu'on peut offrir aux populations riveraines**: travaux d'aménagement, hôtellerie, organisation de safaris, etc...

Invertébrés

Les invertébrés³⁸ sont très nombreux et variés dans les zones humides en Afrique de l'Ouest, beaucoup plus que dans les milieux secs du même secteur géographique.

38 **Invertébrés**: tous les animaux qui ne possèdent pas de colonne vertébrale.

protozoaires⁴¹ divers. D'autres espèces, comme les mollusques lamellibranches, se nourrissent en filtrant l'eau, prélevant ainsi les organismes planctoniques. D'autres encore, comme les mouches, les nématodes, etc..., sont détritivores⁴² ou nécrophages⁴³ et assurent ainsi le recyclage des nutriments. D'autres enfin sont carnivores, comme certains insectes entomophages⁴⁴ (libellules, guêpes), et contribuent ainsi à limiter les populations d'autres insectes. Enfin, de nombreux invertébrés constituent la proie d'animaux vertébrés: poissons, amphibiens, reptiles, oiseaux et mammifères.

Les invertébrés, quels qu'ils soient, constituent donc un chaînon important dans le cycle trophique des eaux douces et salées. Généralement très nombreux, **ils représentent parfois des biomasses⁴⁵ considérables** et servent de nourriture à d'autres invertébrés, ou à des vertébrés, poissons et oiseaux d'eau en particulier mais aussi l'homme.



Photo 14 Mollusques (ici des huitres) et crustacés (crevettes, crabes, etc...) présentent un intérêt alimentaire exploité depuis des siècles par les populations côtières.

41 **Protozoaires:** être vivants unicellulaires classés dans le règne animal. Opposés à métazoaires qui sont les animaux pluricellulaires.

42 **Détritivore:** qui se nourrit de débris organiques.

43 **Nécrophage:** qui se nourrit de cadavres.

44 **Entomophage:** qui se nourrit d'insectes.

45 **Biomasse:** masse de matière vivante.

Intérêt alimentaire des invertébrés

L'homme est également un prédateur et plusieurs espèces d'invertébrés constituent pour lui une source alimentaire.

On peut citer en exemple certains mollusques, notamment des lamellibranches et en particulier l'huître des palétuviers, que l'on trouve dans les mangroves, ainsi que certains crustacés supérieurs (crabes et crevettes en particulier) surtout importants dans les zones humides côtières.

Il faut également mentionner ici la production de miel par les abeilles qui peuvent être assez abondantes dans les mangroves.

Invertébrés et végétation

Les invertébrés, et en particulier **les insectes, jouent un rôle primordial dans la reproduction des végétaux en transportant le pollen d'une fleur à l'autre.** Ceci est vrai pour la flore sauvage comme pour de nombreuses espèces cultivées.

D'autres espèces d'invertébrés sont néfastes pour l'agriculture, soit parce qu'elles sont phytophages, comme les criquets, et qu'elles s'attaquent aux cultures, soit parce qu'elles sont pathogènes pour les espèces cultivées. À ce titre, on recense de nombreux némathelminthes phytopathogènes dont différentes espèces peuvent s'attaquer aux cultures irriguées et en particulier à celle du riz.

Invertébrés et maladies

Un certain nombre de maladies de l'homme et des animaux domestiques sont dues à des invertébrés, soit directement en raison du rôle parasitaire de ces invertébrés, soit indirectement parce que ces invertébrés peuvent transmettre des parasites ou des germes.

- **Rôle parasitaire direct.** C'est parmi les groupes des plathelminthes et des némathelminthes que l'on rencontre les parasites les plus importants:
 - Les plathelminthes parasites appartiennent à la classe des Trématodes; une partie de leur cycle biologique se passe en eau douce. On pourra citer les *Schistosoma* responsables des bilharzioses de l'homme et du bétail, ainsi que *Fasciola gigantica*, la douve géante qui s'attaque au foie du boeuf.
 - Parmi les némathelminthes présents dans les zones humides de l'Afrique de l'Ouest et qui sont pathogènes pour les animaux et l'homme, signalons surtout les filaires, en particulier la filaire de Médine *Dracunculus medinensis* (responsable de la dracunculose) et l'onchocerce *Onchocerca volvulus*, la plus importante filaire en pratique, puisque c'est ce redoutable parasite, lié aux eaux à courant rapide où vit son hôte intermédiaire, qui est responsable de la "cécité⁴⁷ des rivières" et du dépeuplement historique de vastes régions en Afrique soudanienne.

46 **Phytophage:** qui se nourrit de végétaux.

47 **Cécité:** état d'une personne aveugle.

- **Rôle d'hôte intermédiaire.** D'autres invertébrés interviennent dans le cycle de certains de ces parasites en les hébergeant et/ou en permettant leur multiplication. C'est le cas, par exemple, de gastéropodes pour des plathelminthes et de certains crustacés pour la filaire de Médine.
- **Rôle de vecteur simple ou de vecteur/hôte intermédiaire.** Enfin, un groupe d'insectes, les Diptères⁴⁸, revêt également une grande importance du point de vue médical puisque leurs adultes se comportent en piqueurs de sang et peuvent alors transmettre de graves maladies. Ces insectes sont particulièrement importants dans les zones humides puisque leurs larves sont aquatiques. Signalons quatre familles principales:
 - les Culicidés, qui comprennent les moustiques. Les plus communs appartiennent au genre *Culex* dont les piqûres sont seulement désagréables, mais il y a aussi les *Anopheles* qui transmettent le paludisme et les *Aedes* qui sont les vecteurs de la fièvre jaune. D'autres maladies, comme la dengue, sont également transmises par les moustiques;



Photo 15 Les moustiques, qui piquent pour se nourrir, peuvent transmettre un certain nombre de maladies, notamment le paludisme.

48 **Diptères:** insectes à deux ailes.

- les Cératopogonidés, très petits (2 à 3 mm), dont les larves se développent dans les eaux boueuses. Les adultes du genre *Culicoides* sont très agressifs et leurs piqûres douloureuses peuvent transmettre différentes maladies. Ils sont communément appelés *fourous* ou *mout-mout* et leur pullulation peut rendre certains endroits pratiquement inhabitables;
- les Simuliidés, qui sont également de petite taille (7 à 8 mm) et dont les piqûres sont très désagréables. L'espèce la plus redoutable est *Simulium damnosum* dont les larves vivent dans les cours d'eau rapides et qui est l'agent vecteur de la cécité des rivières mentionnée plus haut;
- les Tabanidés, couramment appelés taons, qui atteignent une taille moyenne ou grande (2 à 4 cm). Les adultes ont un aspect trapu et un vol puissant tandis que les larves vivent dans la boue du bord des mares, des lacs ou des cours d'eau lents. Les taons s'attaquent surtout aux ruminants sauvages ou domestiques et sont à l'occasion vecteurs des maladies bactériennes ou parasitaires.

Il faut cependant noter que tous ces invertébrés responsables de maladies humaines et animales ne sont pas limités aux zones humides naturelles. On en trouve également dans les systèmes d'irrigation et même en zones urbaines.

Poissons

Les poissons constituent bien entendu un des éléments clé des différents écosystèmes de zones humides:

- dans les zones humides continentales, on les trouve en grandes quantités partout où des eaux subsistent à la fin de la saison sèche (lacs et cours d'eau permanents mais aussi mares isolées après la décrue), ce qui leur permet de recoloniser l'ensemble des plaines d'inondation lors des crues qui accompagnent la saison des pluies;
- le calme des zones humides côtières et leur richesse en éléments nutritifs font qu'elles constituent d'importantes zones de reproduction et de nourrissage pour de nombreux poissons marins.

Les poissons dans les chaînes alimentaires

Les poissons occupent une place très importante dans les chaînes alimentaires. Ils se nourrissent de plantes, de phytoplancton, de zooplancton, d'invertébrés présents dans la boue, sur les feuilles ou dans les détritiques (matières mortes reposant sur le lit du fleuve, par exemple), ou même d'autres poissons et de vertébrés aquatiques (grenouilles, par exemple).

Les poissons servent eux-mêmes de nourriture à d'autres poissons, à des reptiles (crocodiles notamment), à des oiseaux (par exemple hérons, pélicans, aigles pêcheurs, balbuzards), à des mammifères (loutres par exemple) et, naturellement, à l'homme. Ainsi, au Sénégal et en Mauritanie notamment, les poissons constituent pour la population humaine la première source de protéines animales.



Photo 16 Les zones humides des plaines d'inondation sahéliennes sont à la base de certaines des ressources halieutiques les plus productives d'Afrique.

Une grande diversité d'espèces

Les poissons sont extrêmement divers dans leurs formes, leurs habitudes et leurs préférences alimentaires et il faut retenir que **différentes espèces de poissons sont adaptées à différents types de zones humides.**

En effet, certaines espèces ne survivent que dans des plans d'eau ouverts et stables comme les lacs alors que d'autres ont besoin de la fluctuation saisonnière du niveau et de la qualité de l'eau qui stimulent la migration et la reproduction. La salinité notamment joue un rôle crucial; certaines espèces vivent dans les zones estuariennes et peuvent supporter d'importantes variations de salinité alors que d'autres ne peuvent survivre qu'en eau douce. De même, certaines espèces tolèrent la turbidité de l'eau alors que d'autres préfèrent l'eau claire et libre. Il est donc probable que **chaque zone humide abritera une gamme d'espèces de poissons qui lui sera propre.**

Dans le fleuve Sénégal, assez représentatif des zones humides de la région, on trouve en grandes quantités les espèces suivantes:

- espèces estuariennes: l'Ethmalose (ou Bonga) *Ethmalosa fimbriata*, que l'on trouve également en mer, les tilapias *Sarotherodon melanotheron* et *Tilapia guineensis*, les mullets *Mugil cephalus* et *Liza falcipinnis*;

- espèces d'eau douce: *Oreochromis niloticus*, *Hydrocyon forskalii*, *Bagrus bayad*, *Labeo senegalensis*, *Hyperopisus bebe*, *Alestes dentex*, *Synodontis shall*, *Chrysiichthys nigrodigitatus* et *Chrysiichthys maurus*.

Zones humides et cycle de vie

En eaux douces, **le cycle de vie des poissons est très souvent lié au cycle hydrologique de la zone humide qui les abrite.**

Lorsque les pluies cessent, les poissons sont confinés à des mares profondes, des chenaux et des lacs qui ne s'assèchent pas pendant la longue saison sèche. Lorsque les pluies reprennent et que l'eau recommence à couler dans les cours d'eau, les poissons suivent la crue, quittent le lit principal et pénètrent dans la plaine d'inondation où ils pondent (ou fraient⁴⁹) dans les marais calmes et couverts de végétation, qui sont riches en aliments et qui offrent aux jeunes poissons une protection contre les prédateurs.

Au fur et à mesure de la décrue, les jeunes poissons migrent vers le lit principal du fleuve (Figure 1.15) mais beaucoup restent prisonniers dans des mares temporaires qui, ultérieurement, peuvent s'assécher. L'eau s'évaporant, les poissons sont pris au piège et ces mares deviennent d'importants lieux de pêche pour l'homme et de nourrissage pour les oiseaux piscivores⁵⁰.

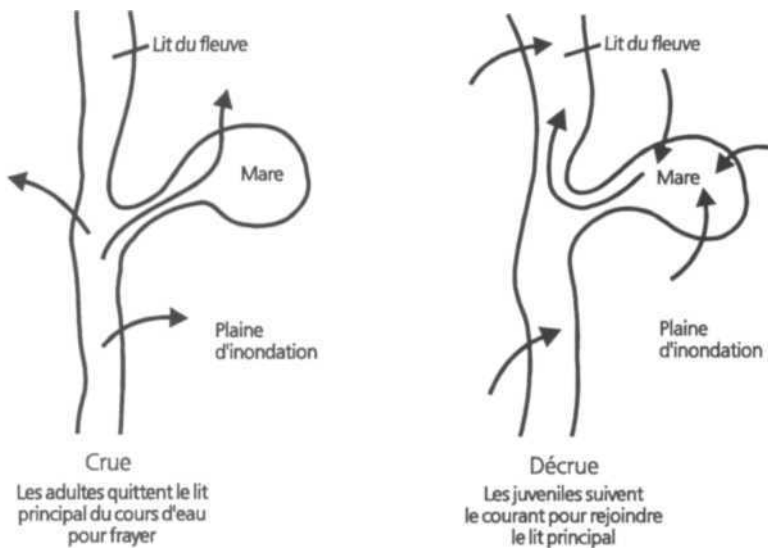


Figure 1.15 Migrations latérales des poissons durant un cycle de crue

49 **Fraier:** pondre des oeufs (pour les poissons seulement).

50 **Piscivore:** qui se nourrit ordinairement de poisson.



Photo 17 Des barrages sont régulièrement établis par les villageois pour capturer les poissons lors de leurs migrations latérales hors du lit des fleuves en crue.

Dans le fleuve Sénégal, beaucoup de poissons effectuent ainsi des migrations à la fois longitudinales et latérales. A l'arrivée de la crue, parallèlement à la descente de certains poissons vers l'embouchure, on assiste à une migration latérale importante vers la plaine d'inondation, où les poissons fraient. A la fin de la crue, vers novembre-décembre, les poissons d'eau douce sont ainsi présents dans presque tout le fleuve (en largeur comme en longueur). Au fur et à mesure de la décrue, les poissons retournent vers le lit principal et abandonnent simultanément le Sénégal inférieur qui est alors entièrement colonisé par les espèces estuariennes.

Les zones humides côtières, en particulier les estuaires et les lagunes, **jouent également un rôle important dans la reproduction et la croissance d'un grand nombre d'espèces marines**, non seulement des poissons mais aussi des invertébrés comme les crevettes.

Milieu aquatique et ressources halieutiques⁵¹

Du fait de leur dépendance du milieu aquatique et de leur adaptation à des conditions particulières, **toute modification du milieu affectera, souvent dans un sens négatif, les populations de poissons.**

51 **Ressources halieutiques**: ressources liées à la pêche.

Ces modifications peuvent être naturelles, comme la diminution de la taille des plaines inondées ou l'augmentation de la salinité dans les estuaires consécutives à la sécheresse des deux dernières décennies. En effet, les variations de la pluviométrie constituent une des principales causes de fluctuation naturelle du milieu et affectent ainsi les ressources halieutiques:

- la superficie des zones inondées, qui conditionne la reproduction et donc l'abondance du poisson dans les parties fluviales, dépend de la pluviométrie sur le bassin versant. Ainsi, on estime que, du fait de la sécheresse des vingt dernières années, les captures annuelles de poisson sont passées d'environ 25.000 tonnes à moins de 10.000 tonnes sur le fleuve Sénégal et de 110.000 tonnes à 60.000 tonnes dans le delta intérieur du Niger;
- dans les estuaires, la salinité de l'eau est également modifiée par les apports d'eau douce des fleuves et dépend donc aussi de la pluviométrie. En Casamance, les captures de crevettes peuvent varier entre 700 et 1.500 tonnes par an en fonction de la salinité.

Mais les modifications du milieu sont très souvent aussi dues à l'homme: construction de barrages qui affectent le régime hydrique et gênent les migrations, remplacement des cultures de décrue par des cultures irriguées, pollutions, etc... Les aménagements hydro-agricoles et la pollution peuvent ainsi bouleverser considérablement le milieu et influencer sur la disponibilité des ressources.

- La construction de barrages a souvent entraîné des effets secondaires très négatifs. Ainsi, le barrage de Diama sur le fleuve Sénégal a eu un effet bénéfique sur la pêche en provoquant une élévation du niveau d'eau en amont. Mais en réduisant la taille de l'estuaire, et donc l'importance des zones de croissance de juvéniles des espèces estuariennes, il a eu des conséquences parfois néfastes en aval; en effet, il semble que la chute des captures de crevettes en mer soit au moins en partie imputable au barrage de Diama.
- La pollution a également des conséquences désastreuses sur les poissons. En décembre 1989, des mortalités massives de poissons dans le Sine, au Sénégal, semblent avoir été causées par des rejets d'insecticide.

Gestion des ressources halieutiques

La conservation des ressources en poisson, essentielle pour l'équilibre de l'écosystème et pour l'alimentation des populations humaines, nécessite **une bonne gestion à la fois de la pêche et du milieu naturel**. Il faut donc:

- d'une part, garantir la survie de poissons reproducteurs pour qu'ils puissent recoloniser la zone humide pendant la crue suivante et leur fournir des sites de reproduction adéquats. Il faut ainsi faire en sorte que:
 - les mares ne s'assèchent pas durant la saison sèche, quitte à devoir les approfondir;
 - assurer la conservation des plaines d'inondation et des marais;
 - maintenir le régime des crues.

- d'autre part, éviter la surexploitation par les pêcheurs locaux, surtout en saison sèche quand la densité de poissons augmente à mesure que les superficies inondées diminuent.

Les différentes espèces de poissons, ainsi que leur exploitation et l'indispensable gestion des ressources halieutiques sont examinées plus en détail dans la Fiche Technique n° 4.

Amphibiens

Comme leur nom l'indique, les amphibiens (également appelés batraciens) sont liés, durant une partie au moins de leur vie, à l'existence de milieux aquatiques. En effet, à de rares exceptions près, les amphibiens pondent leurs oeufs dans l'eau douce et c'est encore dans l'eau que s'effectue normalement le développement larvaire sous forme de têtard. Quant aux adultes, ils ne s'écartent habituellement guère des bords d'étangs ou des mares dont ils sont issus.

Ce sont donc les zones humides qui abritent la grande majorité des espèces d'amphibiens et on peut observer de fortes concentrations d'individus au voisinage des eaux stagnantes et des marécages, plus rarement des cours d'eau rapides.

Certaines espèces sont aquatiques tout au long de leur vie, c'est à dire que l'adulte lui-même reste dans le milieu où s'est développé le têtard:

- C est le cas en particulier des xénopes, ou grenouilles à griffes, *Xenopus* (famille des Pipidae), aux pattes fortement palmées et au corps aplati.
- C'est également le cas d'une des grenouilles les plus répandues de la région, la Grenouille tigrée africaine *Dicroglossus occipitalis*, de forte taille, qui ne quitte pratiquement pas non plus les mares durant sa vie adulte. Très robuste, elle se rencontre jusque dans les zones à saison sèche rigoureuse qu'elle affronte en restant dans l'eau... ou dans la vase lorsque l'eau disparaît.

Les autres espèces ne fréquentent l'eau que pour leur reproduction et leur développement larvaire, durant la saison des pluies. A l'état adulte:

- Certaines espèces restent à proximité de l'eau et s'y trempent régulièrement pour humidifier leur peau. C'est le cas de plusieurs grenouilles sauteuses du genre *Ptychadaena* et des espèces plus petites du genre *Phrynobatrachus*, deux genres qui comportent à la fois des espèces plutôt forestières et d'autres plutôt savaniques.
- D'autres espèces se montrent au contraire indépendantes des milieux aquatiques dès la fin de leur métamorphose (passage de la forme de têtard à la forme adulte) et peuvent alors s'en écarter de plusieurs centaines de mètres sinon davantage. C'est le cas des divers crapauds du genre *Bufo*, les uns forestiers, les autres plus ubiquistes⁵² comme le Crapaud commun (*Bufo regularis*), mais aussi de très nombreuses espèces grimpeuses, caractérisées par des ventouses qui terminent leurs doigts et leurs orteils.

52 **Ubiquiste:** qui est capable d'occuper plusieurs types de milieux.

Une curieuse adaptation à la vie purement terrestre se rencontre chez les espèces du genre *Arthroleptis*, qui se développent directement à partir de gros oeufs pondus dans le sol humide. Le jeune sort de l'oeuf entièrement métamorphosé, long seulement de quelques millimètres.

Reptiles

Beaucoup d'espèces de reptiles dépendent des zones humides. Comme on le verra pour les mammifères, il peut s'agir d'une association obligatoire ou non.

Parmi les reptiles totalement aquatiques, il faut citer en premier lieu les crocodiles, dont tous les représentants passent leur vie entière dans l'eau, où ils se nourrissent; ils n'utilisent le milieu terrestre (les bancs de sables des rivières spécialement) que pour y déposer leurs oeufs. En Afrique de l'Ouest, trois espèces, ayant toutes été largement chassées pour leur peau, représentent ce groupe:

- Le Crocodile du Nil (*Crocodylus niloticus*), qui peut dépasser 7 mètres de long. C'est l'un des crocodiles les mieux connus au monde. L'espèce est établie dans la plupart des pays d'Afrique subsaharienne et, comme son nom l'indique, dans la vallée du Nil. On la trouve dans une large gamme d'habitats comme les grands lacs, les cours d'eau et les marécages d'eau douce. Dans certaines zones côtières, le Crocodile du Nil peut aussi coloniser des eaux saumâtres;

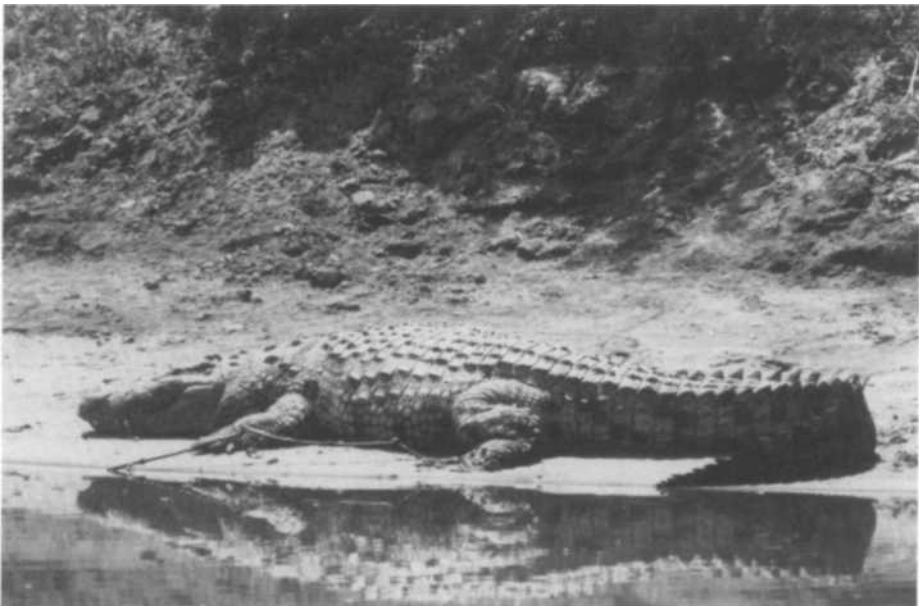


Photo 18 Les trois espèces de crocodiles rencontrées en Afrique de l'Ouest, incluant le Crocodile du Nil *Crocodylus niloticus* ci-dessus, sont toutes menacées par une pression de chasse excessive et la destruction des zones humides.

- Le Crocodile noir (*Crocodylus cataphractus*), ou Faux-gavial africain, de taille moyenne (allant jusqu' à 4 m). L'espèce est relativement peu connue. On la trouve dans tous les pays bordant le Golfe de Guinée ainsi qu' en Centrafrique et au Zaïre. Elle préfère généralement les habitats fluviaux, en particulier dans des zones de végétation dense;
- Le Crocodile nain (*Osteolaemus tetraspis*) qui mesure moins de 2 mètres. Egalement peu connue, cette espèce a une distribution similaire à celle du Crocodile noir mais elle préfère les eaux calmes et on la trouve surtout dans les marécages et les forêts marécageuses.

Autre groupe très ancien, les tortues renferment, à côté de formes purement terrestres, un certain nombre d'espèces aquatiques:

- En eaux douces, les espèces les plus intimement liées à l'eau sont des Cryptodires, tortues à cou rétractile, appartenant aux genres *Trionyx* et *Cyclanorbis*. Elles sont toutes carnivores.

Les Pleurodires, dont le cou se rabat latéralement pour se loger dans la carapace, sortent plus volontiers de l'eau pour passer d' une mare à l' autre. Quatre espèces sont connues dans l'Ouest africain, appartenant aux genres *Pelomedusa* et *Pelusios*.

Comme les crocodiles, les tortues aquatiques déposent leurs oeufs dans le sable, le long des rives des cours d'eau;

- En eau de mer, il faut mentionner les tortues essentiellement océaniques, qui viennent à terre pour pondre dans les bancs de sable estuariens, comme la Tortue verte (*Chelonia mydas*) ou la Tortue-luth (*Dermochelys coriacea*).

Hormis les crocodiles et les tortues, dont la totalité ou une partie importante des espèces sont aquatiques, les lézards (Sauriens) et les serpents (Ophidiens) ne comprennent au contraire qu'un petit nombre d'espèces retournées à la vie aquatique, sans présenter d'adaptations morphologiques très marquées:

- Dans l'Ouest africain, le serpent le plus aquatique est sans aucun doute la Grande couleuvre (*Grayia smithi*) qui se nourrit de poissons et de grenouilles. Une petite vipère brune, la Vipère nocturne (*Causas rhombeatus*), passe elle aussi une partie importante de sa vie dans l'eau, mais sans nager vraiment en pleine eau.

Les pythons se rencontrent souvent au voisinage des cours d'eau, mais ne sont pas réellement aquatiques, non plus que les najas ni les mambas. Diverses petites couleuvres se rencontrent également dans les zones humides, parfois en partie inondées, à la recherche des petites grenouilles dont elles se nourrissent; c' est le cas notamment des espèces des genres *Natrix* et *Natriciteres*;

- Chez les lézards, le Varan du Nil (*Varanus niloticus*), vit toujours le long des cours d'eau et y plonge à la moindre alerte, nageant vigoureusement à l'aide de sa queue puissante. Plus petits, les scinques du genre *Cophoscincus* se rencontrent dans les très petits cours d'eau où ils évoluent rapidement entre les feuilles et les branches immergées.

Oiseaux

Les oiseaux sont les occupants les plus nombreux et les plus visibles des zones humides. C'est sans doute pour cette raison que l'on connaît mieux leur écologie que celle de n'importe quel autre groupe. L'homme a en outre un attachement particulier pour ces membres très présents de la communauté sauvage de la planète car ils effectuent des trajets migratoires⁵³ d'une longueur dépassant couramment 10.000 km. La survie de ces oiseaux migrateurs dépend donc de l'existence de zones humides réparties dans de nombreux pays du globe.

Un grand nombre d'espèces

Un grand nombre d'oiseaux fréquentent communément les zones humides, allant de la plus petite rousserolle, pesant moins de 40g, au pélican qui pèse plusieurs kilos. Ils peuvent être répartis dans les groupes suivants:

Groupe	Exemples
Hérons	Héron cendré <i>Ardea cinerea</i> , Aigrette garzette <i>Egretta garzetta</i> ;
Ibis	Ibis falcinelle <i>Plegadis falcinellus</i> ;
Cigognes	Cigogne blanche <i>Ciconia ciconia</i> , Cigogne d'Abdim <i>Ciconia abdimii</i> ;
Canards	Sarcelle d'été <i>Anas querquedula</i> , Canard pilet <i>Anas acuta</i> ;
Rapaces	Busard des roseaux <i>Circus aeruginosus</i> , Balbuzard pêcheur <i>Pandion haliaetus</i> ;
Marouettes	Marouette ponctuée <i>Porzana porzana</i> ;
Limicoles ⁵⁴	Chevalier aboyeur <i>Tringa nebularia</i> , Avocette <i>Avocetta recurvirostra</i> ;
Mouettes et goélands	Mouette rieuse <i>Larus ridibundus</i> , Goéland brun <i>Larus fuscus</i> ;
Sternes	Guifette leucoptère <i>Chlidonias leucopterus</i> , Sterne Caspienne <i>Sterna caspia</i> ;
Martinets	Martinet noir <i>Apus apus</i> ;
Hirondelles	Hirondelle de rivage <i>Riparia riparia</i> , Hirondelle de cheminée <i>Hirundo rustica</i> ;
Rousserolles	Rousserolle effarvate <i>Acrocephalus scirpaceus</i> , Phragmite des joncs <i>A. schoenobanus</i> .

53 **Migrations:** déplacements périodiques accomplis par certaines espèces animales.

54 **Limicoles:** Oiseaux échassiers qui se nourrissent dans les boues vaseuses des bords de mer ou de lacs.

Des espèces très mobiles

De toute la faune des zones humides, les oiseaux sont les espèces les plus mobiles. Ils parcourent parfois des distances considérables au cours de leurs déplacements annuels.

On peut distinguer cinq catégories principales d'espèces:

- **les espèces afro-tropicales résidentes**, qui ne bougent pas de toute l'année, comme le Vanneau armé *Hoplopterus spinosus*;
- **les espèces afro-tropicales nomades**, comme le Dendrocygne fauve *Dendrocygna bicolor*, qui entreprennent des déplacements mal définis et irréguliers dans la région, en principe à mesure que les points d'eau s'assèchent et qu'elles sont obligées de chercher leur nourriture ailleurs. Leurs déplacements entre le Sénégal et le Mali notamment, sont bien connus;
- **les migrants de courte distance**, qui suivent le déplacement des pluies au sein de l'Afrique de l'Ouest. On peut citer en exemple le Garde-boeufs *Bubulcus ibis*, l'Anhinga *Anhinga rufa* ou l'Aigrette intermédiaire *Egretta intermedia*;

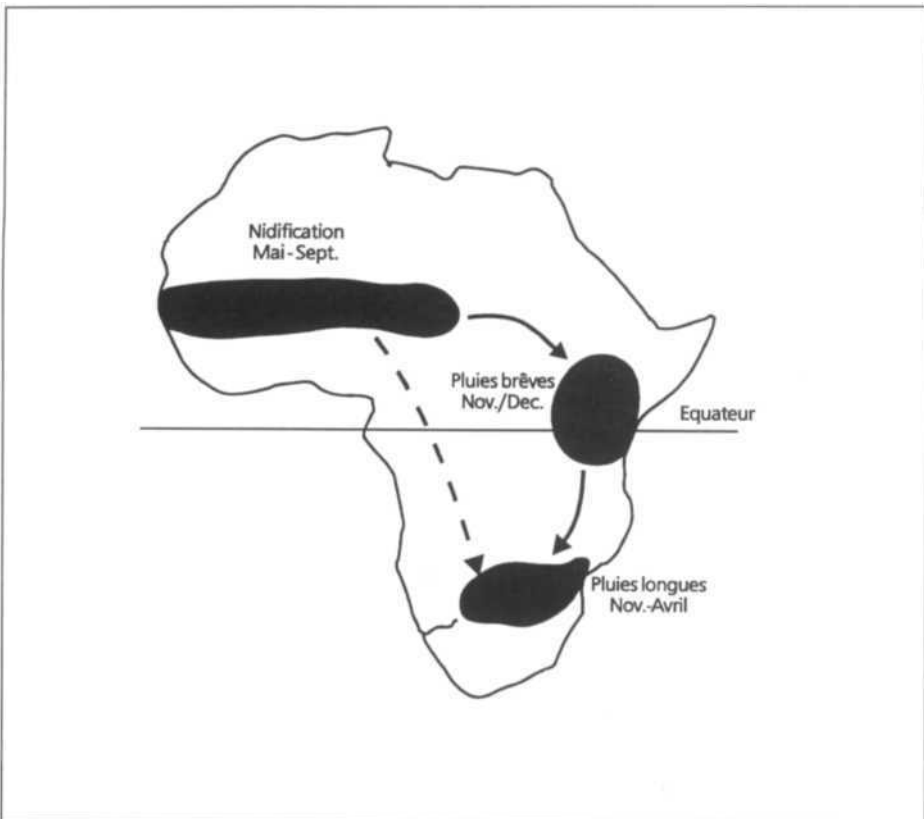


Figure 1.16 Représentation schématique des migrations de la Cigogne d'Abdim



Photo 19 De très nombreuses espèces de limicoles (comme ces bécasseaux *Calidris* spp. posés au premier plan) effectuent des migrations annuelles entre l'Arctique et l'Afrique où ils passent les mois d'hiver boréal.

- **les espèces afro-tropicales qualifiées de migrateurs intratropicaux**, comme la Cigogne d'Abdim *Ciconia abdimii*, qui migrent de part et d'autre de l'équateur au sein de l'Afrique tropicale, en suivant les déplacements de la saison des pluies.

La Cigogne d'Abdim est une des rares espèces dont la voie de migration intratropicale a été bien définie. Cette espèce se déplace avec la saison des pluies: elle arrive en Afrique de l'Ouest pour nicher d'avril à mai et y reste jusqu'en septembre-octobre, moment où elle retourne au sud de l'équateur, vers l'Afrique australe et orientale. Son arrivée coïncide avec les brèves pluies d'octobre en Afrique de l'Est et avec la saison des pluies de l'hémisphère sud (novembre à mars; Figure 1.16);

- **les migrateurs paléarctiques**⁵⁵, qui se reproduisent au nord du Sahara (Jusque dans la région arctique⁵⁶) pendant l'été et viennent passer l'hiver dans les régions tropicales et subtropicales. La migration vers le sud est généralement attribuée au gel des points d'eau septentrionaux⁵⁷ à l'approche de l'hiver et à la raréfaction

55 **Paléarctique:** domaine géographique contenant des communautés biologiques distinctes. Il se compose de l'Europe, de l'Afrique du nord, du Moyen-Orient et de l'Asie à l'exception des sous-continentes indien et sud-est asiatique.

56 **Arctique:** régions polaires du nord.

57 **Septentrional:** situé au nord.

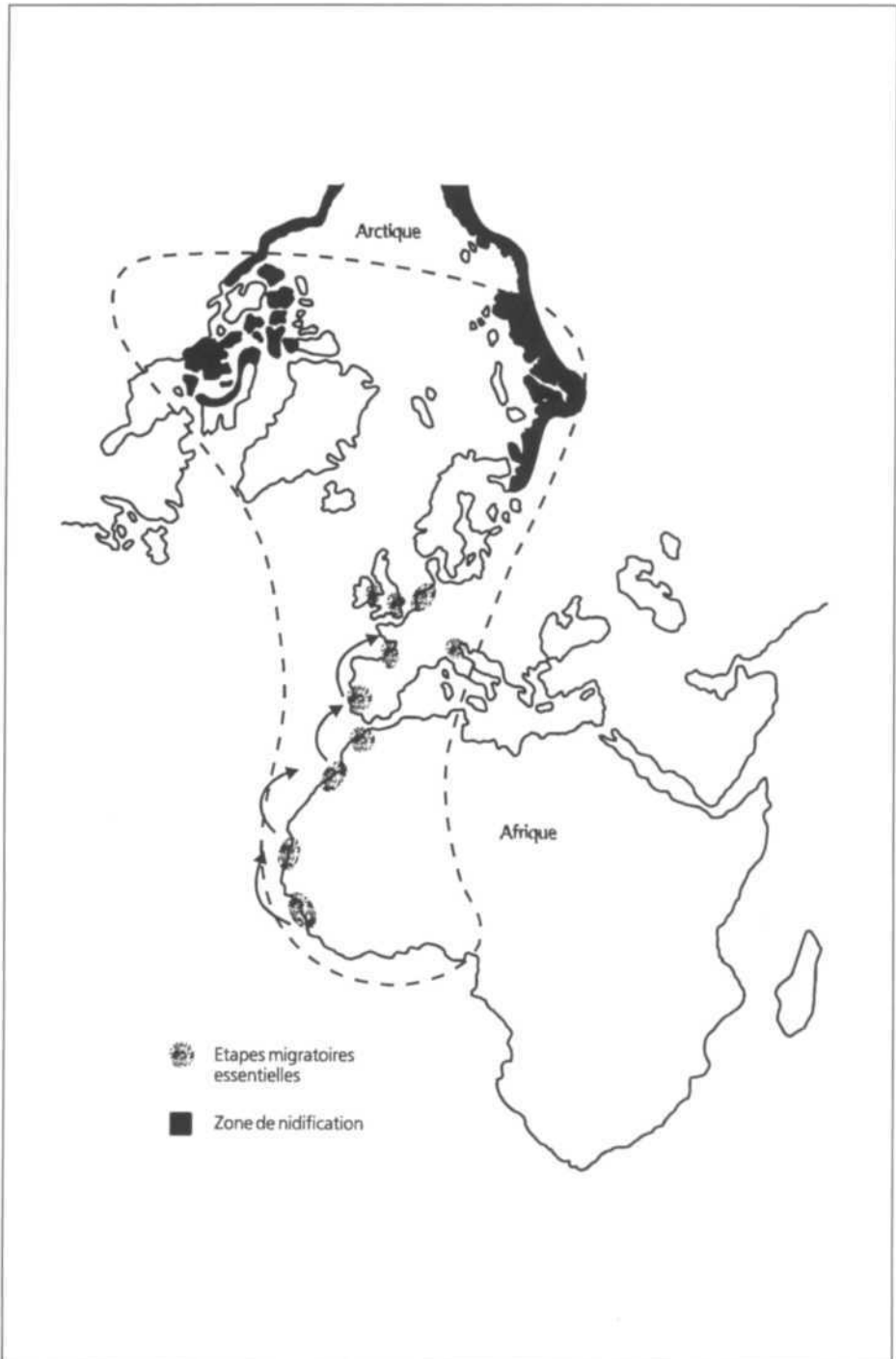


Figure 1.17 Zones humides de la voie de migration de l'Atlantique Est constituant des étapes essentielles pour le Pluvier argenté *Pluvialis squatarola* (Source: BIROE, Publication spéciale n° 9)

des invertébrés dont ces oiseaux se nourrissent pendant l'été européen. On peut citer en exemple la Tourterelle commune *Streptopelia turtur* et le Chevalier combattant *Philomachus pugnax*.

Les migrateurs paléarctiques effectuent donc deux fois par an de longs voyages (de 5.000 à 15.000 kilomètres) entre leurs lieux de nidification dans le grand Nord et les sites qui les accueillent pendant les mois d'hiver dans le Sud. Ils dépendent donc d'un réseau fragile d'étapes essentielles et de sites d'accueil (Figure 1.17) et la disparition d'un seul de ces sites met en péril la survie de toute une population, même si les autres sites restent intacts.

Ainsi, les zones humides côtières de l'Afrique de l'Ouest revêtent une grande importance pendant les mois d'hiver pour les limicoles migrateurs de l'Arctique. De même, les bassins fluviaux du Sénégal, du Niger et du Tchad accueillent des millions de canards migrateurs, tels que les sarcelles d'été et les pilets (Figure 1.18).

Du fait de leur dépendance vis-à-vis de plusieurs sites et parce que ces migrateurs ne connaissent pas de frontières, **la conservation et le suivi (recensements) des oiseaux migrateurs est une affaire internationale**. Seul, un pays ne peut espérer conserver qu'une petite proportion des oiseaux qui y vivent car il n'a aucune influence sur les phénomènes susceptibles d'affecter le devenir des zones humides au-delà de ses frontières.

Les oiseaux comme indicateurs des changements écologiques

Comme les plantes ou les poissons, les oiseaux ont des besoins écologiques particuliers et une niche relativement définie qu'ils occupent à certains moments de l'année.

Comme il est beaucoup plus facile de compter les oiseaux que les poissons et qu'on ne peut assurer une surveillance continue des zones humides qui couvrent de vastes étendues, l'observation des oiseaux offre un moyen assez simple de surveiller les grands changements du milieu: en effet, **si les conditions nécessaires à une espèce se dégradent ou disparaissent, les effectifs⁵⁸ de cette espèce diminueront rapidement**. Les oiseaux sont donc de bons indicateurs des changements écologiques.

Si, par exemple, on constate au bord d'un lac d'eau douce que le nombre d'avocettes *Avocetta recurvirostra* et de flamants *Phoenicopterus ruber* augmente en quelques années, on peut en déduire que la salinité augmente également car ces espèces sont de bons indicateurs de la salinité du milieu.

Recensement des oiseaux d'eau

La connaissance de la taille et de la répartition des populations permet de définir les sites d'importance internationale et aide à déterminer les sites importants à protéger afin de maintenir les populations d'oiseaux d'eau (par exemple dans le cadre de la Convention de Ramsar, voir Annexe n° 2).

⁵⁸ **Effectifs:** importance numérique.

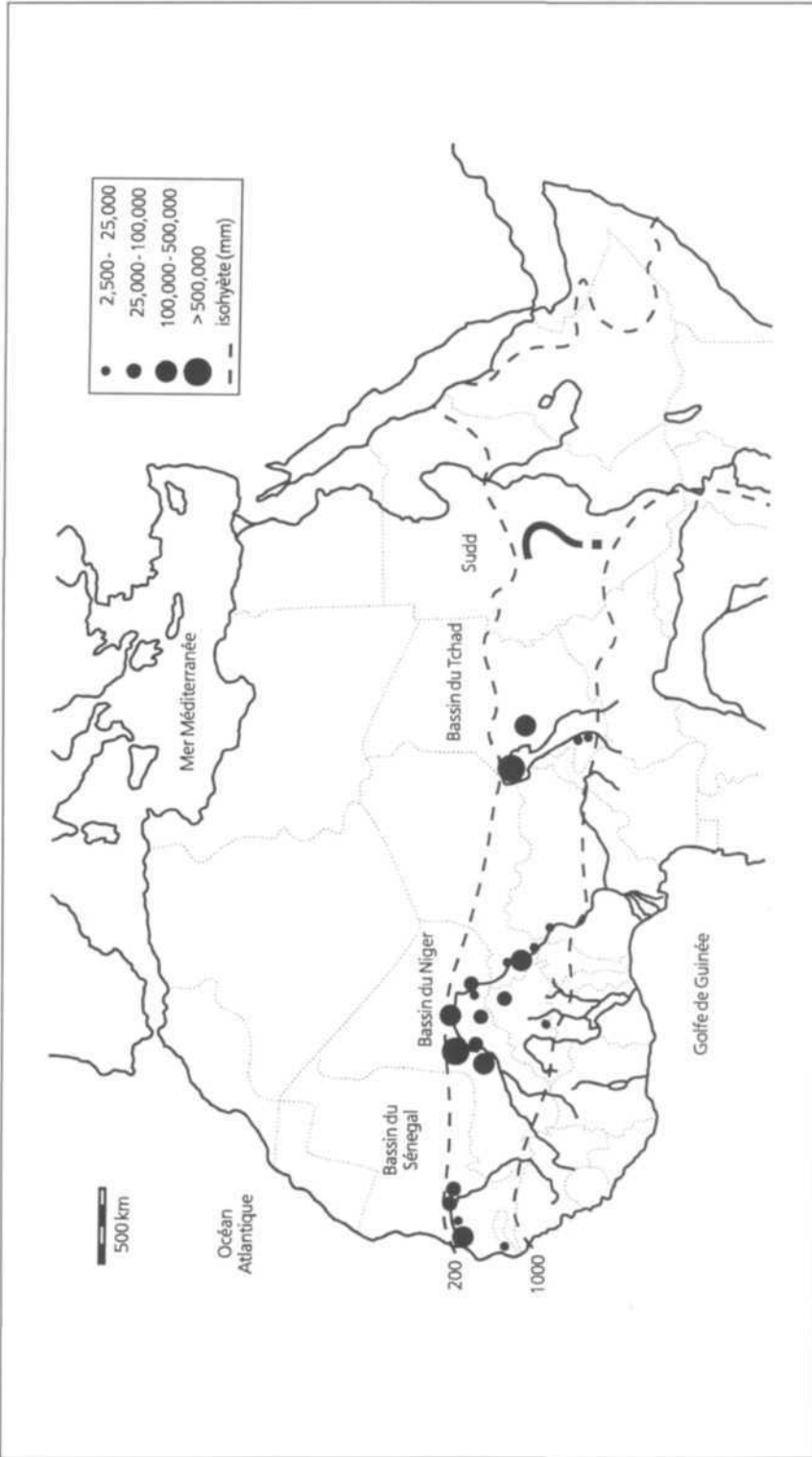


Figure 1.18 Principaux sites d'Afrique de l'Ouest accueillant des canards migrateurs d'octobre à mars. Les cercles donnent une indication des nombres maximum de canards observés entre 1984 et 1987 (Source: BIROE, Publication spéciale n° 9, 1989)

Tableau 1.2 Effectifs de certaines espèces de limicoles fréquentant, d'octobre à mars, la partie occidentale de la Méditerranée et les côtes de l'Afrique de l'Ouest du Maroc au Sierra Leone (en milliers) (Source: BIROE, Publication spéciale n° 9, 1989)

Espèces	Méditerranée occidentale				Côtes de l'Afrique de l'Ouest							Europe	Total		
	Espagne	France	Italie	Algérie Tunisie	Total	Maroc	Mauritanie	Sénégal	Guinée-Bissau	Gambie	Libéria			Iles Canaries	Total
Echasse blanche	--	--	--	0,5	1,1	1,6	0,9	--	2,5	--	0,2	--	3,6	0,7	5,9
Grand gravelot	0,1	--	0,2	--	0,4	0,7	4,3	122,2	3,0	57,4	0,2	0,8	188,0	42,5	231,2
Gravelot collier interrompu	0,3	0,1	2,3	1,0	13,5	17,2	3,6	18,5	3,0	18,6	0,1	0,1	44,3	5,1	66,6
Pluvier argenté	0,6	0,3	1,8	--	20,5	23,2	4,0	19,3	0,8	56,7	0,1	0,3	81,3	61,9	166,4
Bécasseau maubèche	--	--	--	--	0,1	0,1	2,5	364,3	0,8	143,8	0,2	0,1	511,7	345,3	857,1
Bécasseau sanderling	0,1	--	0,1	0,1	0,3	0,6	2,1	21,2	7,3	10,8	0,5	0,3	44,6	26,6	71,8
Bécasseau minute	0,6	0,2	12,5	2,3	22,9	38,5	2,0	30,6	15,0	123,0	0,5	0,2	171,3	38,0	211,3
Bécasseau cocorli	--	--	--	--	5,1	5,1	0,2	157,7	7,5	249,3	0,2	0,7	415,6	0,2	420,9
Barge rousse	--	--	--	--	2,1	2,1	3,0	542,2	2,5	155,6	0,3	0,1	704,4	114,9	821,4
Courlis corlieu	0,1	--	--	--	0,1	0,1	0,6	18,6	2,3	41,5	1,0	1,2	65,5	0,3	65,9
Chevalier gambette	0,5	0,2	3,0	0,2	17,1	21,0	6,6	50,8	1,5	82,6	0,1	1,0	142,6	121,6	285,2
Chevalier aboyeur	0,1	--	0,5	--	0,7	1,3	0,4	1,3	2,3	3,8	0,2	3,0	11,0	1,1	13,4
Autres espèces					248,5								980,5	2481,5	3710,5
Total					360,0								3364,4	3239,7	6927,6

En Afrique de l'Ouest, les recensements ont surtout porté sur les limicoles et les canards, qui fréquentent en vastes groupes les bassins fluviaux et les zones humides côtières:

- Limicoles: ce n'est que depuis 1980 que l'on compte les limicoles en Afrique mais on dispose aujourd'hui de données sur plusieurs années. Le Tableau 1.2 présente les résultats pour la région et montre que la côte ouest-africaine accueille pendant les mois d'hiver près de la moitié de l'ensemble des populations de la voie de migration de l'Atlantique Est. La grande majorité des limicoles présents sur la côte sont migrateurs; très peu de vrais limicoles nichent en Afrique de l'Ouest et, dans ce cas, ils ne forment pas les immenses groupes caractéristiques des espèces migratrices.

Les études laissent à penser que la voie de migration de l'Atlantique Est (Figure 1.17) est la route principale que suivent les oiseaux d'eau du nord venant passer les mois d'octobre à mars dans la région. Les oiseaux quittent leurs lieux de nidification arctiques en juillet et se rassemblent en grand nombre dans les estuaires européens en août et septembre. Ils suivent ensuite la côte atlantique vers le Sud pour trouver le climat plus clément de l'Afrique de l'Ouest et ne reprennent le chemin du Nord qu'en mars et avril de l'année suivante. Les premiers atteignent l'Arctique en mai, quand la neige et la glace commencent à fondre.

- Canards: les espèces du Paléarctique viennent aussi de loin et suivent des voies de migration semblables à celle qu'empruntent les limicoles. Ils ont cependant tendance à utiliser les cours d'eau intérieurs (eau douce) et non les littoraux comme la plupart des limicoles.

En Afrique de l'Ouest, on recense les canards présents pendant les mois d'hiver depuis le début des années 60. Toutefois les comptages ont généralement été irréguliers et ce n'est qu'en 1984, 1986 et 1987 que les trois zones humides principales (bassin du Sénégal, bassin du Niger et bassin du Lac Tchad) ont été recensées simultanément par le Muséum d'histoire naturelle de Paris. Ce travail est coordonné par le Bureau international de recherches sur les oiseaux d'eau et les zones humides (BIROE, voir Annexe n° 2). Pour janvier 1986, les données sont présentées au Tableau 1.3. Les estimations démographiques⁵⁹ issues de ces recensements et concernant quatre espèces paléarctiques figurent au Tableau 1.4.

Ces diverses études et recensements doivent servir de données de base pour des programmes de surveillance continue (voir section 3.5 et Fiche technique n° 5).

Mammifères

Le Tableau 1.5 présente de manière succincte les principales espèces de grands mammifères pouvant être rencontrés dans les zones humides d'Afrique. Il faut cependant noter qu'un grand nombre d'autres espèces viennent dans les zones humides

59 **Démographie:** études statistiques des populations. Ici, estimation de la taille des populations.

Tableau 1.3 Effectifs d'Anatidés présents dans les bassins du Sénégal, du Niger et du Lac Tchad en janvier 1986 (milliers), d'après les recensements du Muséum national d'histoire naturelle de Paris

Espèce	Nom scientifique	Bassin du Sénégal	Bassin du Niger	Bassin du Lac Tchad	Grand total
Canard pilet	<i>Anas acuta</i>	247,4	78,1	82,1	407,6
Sarcelle d'été	<i>Anas querquedula</i>	125,5	489,3	293,0	907,8
Canard souchet	<i>Anas clypeata</i>	8,8	--	0,1	8,9
Fuligule nyroca	<i>Aythya nyroca</i>	--	3,4	0,3	3,7
Total Canards Paléarctiques		384,1	570,8	375,5	1330,4
Dendrocygne fauve	<i>Dendrocygna bicolor</i>	30,8	12,9	5,0	48,7
Dendrocygne veuf	<i>Dendrocygna viduata</i>	66,4	11,2	22,3	99,9
Oie d'Egypte	<i>Alopochen aegyptiaca</i>	0,6	1,2	0,1	1,9
Canard casqué	<i>Sarkidiornis melanotos</i>	0,4	1,9	8,8	11,1
Oie de Gambie	<i>Plectropterus gambensis</i>	1,3	18,9	6,6	26,8
Total Canards Afro-tropicaux		99,5	46,1	42,8	188,4
Grand total		483,6	616,9	418,3	1518,8

Tableau 1.4 Estimation des populations de canards (Anatidés) du Paléarctique occidental présents entre octobre et mars en Afrique de l'Ouest (BIROE, 1989)

Espèce	Nom scientifique	Effectifs totaux
Canard pilet	<i>Anas acuta</i>	1.000.000
Sarcelle d'été	<i>Anas querquedula</i>	2.000.000
Canard souchet	<i>Anas clypeata</i>	10.000
Fuligule nyroca	<i>Aythya nyroca</i>	10.000

Tableau 1.5 Inventaire des différentes espèces de grands mammifères des zones humides d'Afrique (d'après J. Harthoorn, *Manuel de travaux pratiques sur les zones humides de l'Afrique de l'Ouest*)

Nom latin	Nom français	Zones humides fréquentées	Distribution	Importance comme habitat	Importance comme source alimentaire	Adaptation à la locomotion	Adaptation au froid
<i>Cephalophus nigrifrons</i>	Céphalophe à front noir	Forêts inondées et marécageuses		+	+	onglons allongés	non
<i>Thryonomys swinderianus</i>	Aulacode	Roselières, bordures des marais et lacs	largement répandu, zone soudanaïenne/guinéenne	++	+	non	oui
<i>Manis tetradactyla</i>	Pangolin à longue queue	Forêts inondables	zones côtières	++	±	bon nageur	non
<i>Aonyx capensis</i>	Loutre à joues blanches	Cours d'eau et bordures, biefs	largement répandu	++	+++	adaptation des membres à la nage	poil imperméable protecteur
<i>Atilax paludinosus</i>	Mangouste des marais	Régions marécageuses	sud du 12ème degré de latitude nord	+	++	excellente nageuse	poil épais, rude
<i>Trichechus senegalensis</i>	Lamantin	Lacs, estuaires, marigots		+++	+++	convergence avec poissons	graisse importante
<i>Hippopotamus amphibius</i>	Hippopotame amphibie	Fleuves, biefs, lacs, étangs	largement répandu	+++	±	bon nageur et plongeur	graisse importante
<i>Choeropsis liberiensis</i>	Hippopotame pygmée	Forêts marécageuses, bord des rivières, marigots, marécages	zones côtières	++	+++	bon nageur, soles larges	graisse importante
<i>Loxodonta pumilio</i>	Éléphant pygmée	Forêts marécageuses	zones côtières	+	±	non	non
<i>Hyemoschus aquaticus</i>	Chevroain aquatique	Bord des rivières, des fleuves galeries humides	zones côtières	++	++	4 doigts pour sols spongieux, bon nageur	non
<i>Tragelaphus spekei</i>	Sitatunga	Régions marécageuses à papyrus et roseaux, forêts inondées	Guinée, Sierra Léone	+++	++	onglons très longs, tres bon nageur et plongeur	poil épais et long
<i>Kobus ellipsiprymnus</i>	Cobe defassa	Plaines inondées	zone soudanaïenne	+	+	bon nageur	pelage épais, long et lubrifié
<i>Kobus kob</i>	Cobe de Buffon	Plaines inondées	zone soudanaïenne	+	+	non	non
<i>Redunca redunca</i>	Cobe reduunca	Roselières	zone soudanaïenne	+	±	non	non



Photo 20 Des millions de canards palearctiques et afro-tropicaux (comme ce Canard casqué *Sarkidornis melanotos*) viennent passer les mois d'octobre à mars dans les zones humides continentales d'Afrique de l'Ouest.



Photo 21 Hormis les cétacés et les lamantins, l'hippopotame *Hippopotamus amphibius* est le mammifère africain le mieux adapté à la vie aquatique.

pour satisfaire leurs besoins alimentaires même si elles ne dépendent pas exclusivement de ces habitat.

Les mammifères qui dépendent exclusivement des zones humides sont confrontés à des problèmes tout à fait différents de ceux que rencontrent les espèces terrestres et présentent un certain nombre d'adaptations qui leur permettent de vivre en milieu aquatique. En voici quelques exemples:

- les hippopotames *Hippopotamus amphibius* ont un corps massif et une grande flottabilité dans l'eau;
- le Sitatunga *Tragelaphus spekei* a des sabots spécialement adaptés lui permettant de se déplacer sans problème sur les sols boueux des roselières et papyrus, et même de nager;
- les loutres *Aonyx* spp. ont un corps long, mince et hydrodynamique ainsi que des pattes totalement ou partiellement palmées et une queue très musclée qu'elles utilisent comme un gouvernail.

Toutes ces espèces sont partiellement terrestres. Toutefois le Lamantin (*Trichechus senegalensis*), qui est herbivore, est un mammifère entièrement aquatique parfaitement adapté à la vie dans l'eau, tout comme les dauphins consommateurs de poissons que l'on trouve le long des côtes et dans les estuaires (comme le Dauphin du Cameroun *Sotalia tentzi*).

1.6 Chaînes alimentaires et liens écologiques

Interdépendance des espèces

Au sein d'un écosystème se trouvent quatre sortes d'organismes de base, que l'on distingue par la source d'énergie (aliments) qu'ils consomment:

- **les producteurs primaires.** Il s'agit essentiellement des plantes. On les appelle ainsi parce qu'ils constituent le moteur de base de tout l'écosystème et qu'ils utilisent l'énergie solaire pour leur croissance;
- au deuxième niveau se trouvent **les herbivores** qui trouvent leur énergie en consommant les plantes. On les appelle parfois **consommateurs primaires**. Les bovins, certains poissons, les sauterelles, les oies de Gambie et les lamantins, entre autres, sont des consommateurs primaires;
- **les prédateurs ou consommateurs secondaires** se nourrissent d'autres animaux, habituellement d'herbivores car ceux-ci sont les plus nombreux. Ils s'attaquent parfois à d'autres prédateurs. On en trouve également des exemples parmi tous les types d'animaux;
- **les nécrophages**, comme les vers ou les larves d'insectes mais aussi les vautours ou les hyènes, se nourrissent de matière organique morte et permettent donc de décomposer la matière végétale et animale morte, ainsi que les excréments, en

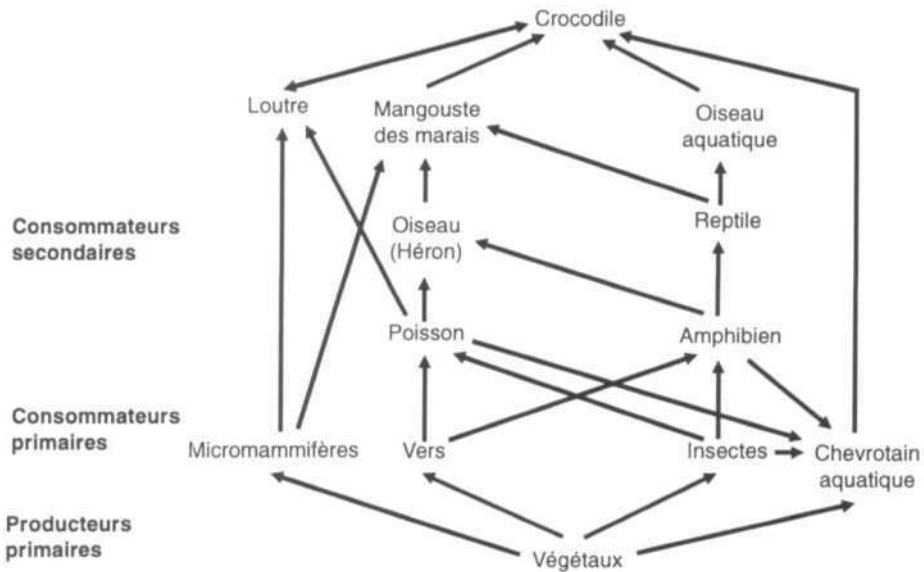


Figure 1.19 Exemple de réseau trophique en zone humides

éléments plus simples qui sont de nouveau assimilables par d'autres organismes (comme les plantes).

Il est parfois difficile de classer une espèce particulière de manière stricte dans tel ou tel groupe (certains nécrophages peuvent se comporter, de temps à autre, en prédateurs) mais le principe fondamental de classification est applicable dans le monde entier.

Ces différentes "couches" de vie s'organisent au travers d'une trame complexe, mais généralement stable, de relations entre les diverses espèces qui se nourrissent les unes des autres.

Dans l'exemple de la Figure 1.19, le crocodile est le principal prédateur, bien qu'il arrive à la loutre de manger les oeufs du crocodile. **Le schéma montre qu'un crocodile ne pourrait survivre sans la végétation dont se nourrissent ses propres proies.** On dit que le crocodile est "au sommet de la chaîne alimentaire". La végétation, en revanche, est à la base de toute chaîne alimentaire.

Les nombreux liens et maillons qui constituent une chaîne alimentaire (également appelée chaîne trophique ou réseau trophique) sont essentiels à sa stabilité. Ainsi, la disparition d'un élément de la chaîne, du fait de la chasse ou de la dégradation de son habitat, aura d'importantes répercussions :

- sur les populations d'animaux des niveaux supérieurs qui auront du mal à trouver leur alimentation habituelle. Ceci est d'autant plus vrai que la chaîne est simple, chaque espèce étant alors très étroitement dépendante de celle du niveau inférieur;

- sur les espèces des niveaux inférieurs, dont la croissance ou les effectifs ne seront plus maîtrisés. Il faut en effet noter que chaque élément de la chaîne alimentaire joue un rôle de gestion naturelle des espèces des niveaux inférieurs. C'est ainsi que la disparition d'un élément peut conduire à une multiplication beaucoup trop rapide des espèces du niveau inférieur dont il se nourrissait.

Cycles des éléments nutritifs

S'il est évident que les niveaux supérieurs dépendent des niveaux inférieurs, il faut également admettre que, à leur tour, **les niveaux inférieurs dépendent également des niveaux supérieurs.**

En effet, les végétaux ont besoin, pour leur croissance, de puiser des éléments nutritifs dans le sol et ceux-ci proviennent, d'une part d'un apport régulier par les eaux qui alimentent la zone humide, d'autre part de la dégradation de la matière organique morte et des excréments. Ainsi, les éléments nutritifs ne sont pas "bloqués" à quelque niveau du réseau trophique que ce soit mais ils sont continuellement recyclés dans le système.

La notion de cycle des éléments nutritifs est primordiale et contribue au dynamisme des systèmes de zones humides. **Tous les organismes participent au recyclage des éléments nutritifs dans le système,** par leur consommation, par leurs excréments et par leur mort.

Interdépendance des systèmes terrestres et aquatiques

Un autre concept est à retenir car il définit d'autres types de liens écologiques au sein des zones humides: le **transfert des matières nutritives ou de l'énergie des systèmes terrestres aux systèmes aquatiques et vice versa.**

Ce sont les herbivores qui en sont principalement responsables. En effet, ils peuvent pâturer dans certaines régions (où ils prélèvent donc des éléments nutritifs) et enrichir d'autres régions par les éléments nutritifs contenus dans leurs excréments. L'hippopotame est un bon exemple d'animal liant les systèmes terrestres et aquatiques: il se nourrit abondamment sur terrain sec pendant la nuit mais, le jour, retourne à l'eau où il défèque continuellement, enrichissant ainsi le milieu aquatique.

Les hommes aussi, en consommant du poisson retirent un produit d'une zone humide pour le transférer vers un système terrestre. Ainsi, **les divers écosystèmes ne sont donc pas cloisonnés et des échanges ont en permanence lieu entre eux.**

Chapitre 2

Utilisation des zones humides tropicales

2.1 Types de zones humides

La définition des zones humides adoptée par la Convention de Ramsar, que 79 pays ont signée (18 pays africains, dont 14 au sud du Sahara) est très large et regroupe tous les types de zones humides du monde entier:

"des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres."

Certains de ces types de zones humides ne se rencontrent pas en Afrique de l'Ouest, où on regroupe donc sous le terme de zones humides les lacs, les cours d'eau, les plaines d'inondation, les marais temporaires, les forêts marécageuses, les mangroves, les étendues intertidales et les lagunes côtières. Une classification écologique des types de zones humides figure au Tableau 2.1.

Tableau 2.1 Classification simplifiée des zones humides

Marines et côtières	<ul style="list-style-type: none">- subtidal: eaux marines peu profondes permanentes (<6 m à marée basse)- intertidal: vasières, marais salants, mangroves, lagunes saumâtres à salées
Continentales	<ul style="list-style-type: none">- rivières et cours d'eau permanents- rivières et cours d'eau saisonniers et irréguliers- plaines inondables- lacs d'eau douce permanents et saisonniers- forêts marécageuses d'eau douce

Au sens technique strict du terme, les constructions artificielles telles que les réservoirs, bassins à pisciculture, terres irriguées, etc..., sont comprises dans la définition des zones humides, bien que ce ne soient pas des écosystèmes naturels.

Les lacs et cours d'eau sont des éléments bien connus du paysage et il est donc inutile de les définir. Les autres types de zones humides sont décrits ci-après.

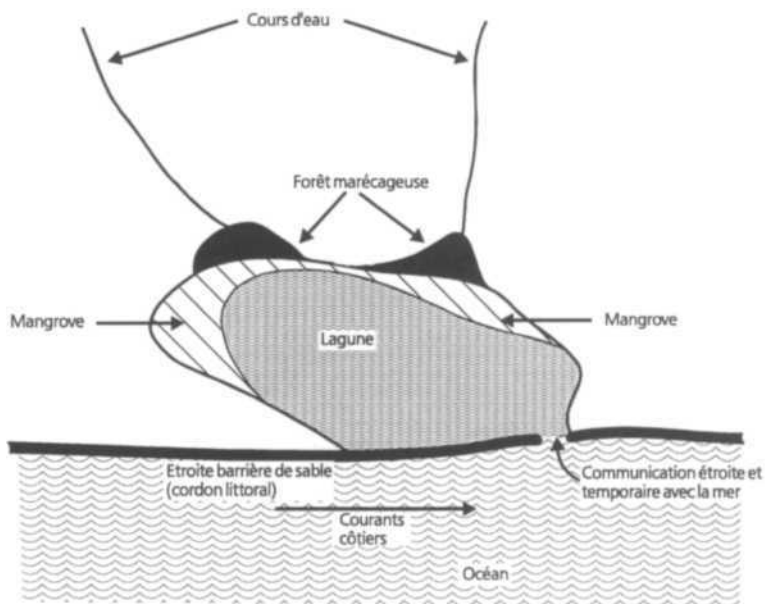


Figure 2.1 Système lagunaire simplifié



Photo 22 Ouvertes sur la mer, les lagunes jouent un grand rôle dans le cycle biologique d'un très grand nombre d'espèces de poissons et de crustacés.

Lagunes

Les lagunes (Figure 2.1) sont des **étendues d'eau de mer comprises entre la terre ferme et un banc ou une barrière de sable**, que l'on appelle cordon littoral et qui est généralement percé de passes. Ce sont habituellement des étendues d'eau de faible profondeur, à l'abri des vagues et des courants océaniques, que l'on trouve le long des côtes plates et sablonneuses.

Les lagunes sont fréquemment associées à l'embouchure d'un ou de plusieurs cours d'eau. Elles bénéficient donc :

- d'apports d'eau saline par l'intermédiaire de passages étroits avec la mer (influence des marées).

Ces échanges d'eau avec l'océan sont irréguliers et dépendent à la fois des cycles des marées (voir section 1.3) et des tempêtes marines ou des grosses inondations dues aux pluies. Celles-ci peuvent ouvrir des brèches dans la barrière de sable et augmenter ainsi le contact avec la mer;

- d'apports d'eau douce grâce aux cours d'eau qui y aboutissent et aux pluies pendant la saison humide.

Les lagunes sont donc, en principe, saumâtres. Durant la saison humide, l'eau des lagunes s'adoucit du fait des pluies et du ruissellement alors qu' au contraire la salinité augmente pendant la saison sèche. **Les lagunes sont ainsi soumises à des cycles saisonniers du niveau de l'eau et de la salinité** qui viennent s'ajouter aux variations tidales journalières.

Ces cycles sont à l'origine de la grande productivité des lagunes qui sont en général très poissonneuses. Il convient de les préserver afin notamment de maintenir les activités de pêche, très dépendantes de la qualité de l'eau.

Mangroves

Les mangroves sont les formations végétales caractéristiques des côtes abritées en régions tropicales et subtropicales. Les différentes espèces d'arbres qui composent ces massifs forestiers sont appelées "palétuviers". Elles tolèrent à la fois les inondations (donc l'eau douce) et les marées (donc l'eau salée) et elles colonisent généralement l'extrémité supérieure de la zone intertidale, le long du littoral (Figure 2.2). En général, elles préfèrent les régions bénéficiant d'un apport important et régulier d'eau douce.

Elles sont communes le long de la côte du Golfe de Guinée et elles s'étendent jusqu' au nord du Sénégal, où elles sont toutefois déjà moins luxuriantes. On peut encore en trouver quelques petites formations au Cap Timiris sur la côte mauritanienne.

Les mangroves font partie des écosystèmes les plus productifs de la planète et offrent de nombreuses ressources qui, bien gérées, sont renouvelables.

Le réseau que forment les racines des palétuviers, généralement très dense, contribue à diminuer les turbulences provoquées par les marées et fournit un environnement calme et protégé qui facilite le dépôt d'une vase extrêmement fine, riche en éléments

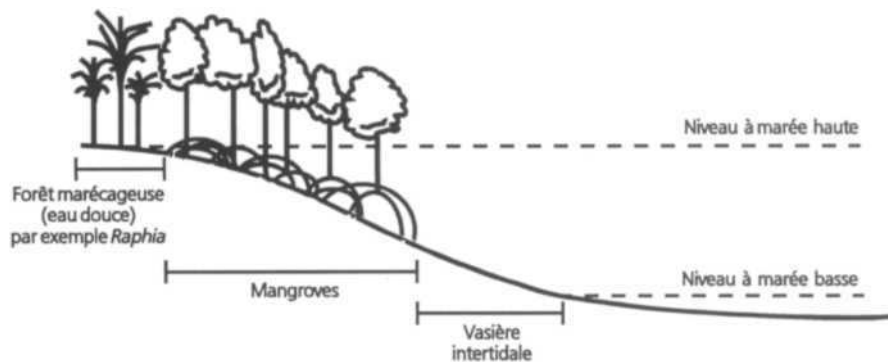


Figure 2.2 Système côtier avec mangrove (formée de palétuviers) et vasière



Photo 23 Lorsqu'elles sont bien gérées, les mangroves fournissent une quantité importante (et toujours renouvelée) de bois utilisé à divers fins: bois de construction, bois de feu, charbon de bois, etc...

nutritifs et assurant une forte productivité primaire. Les racines fournissent en outre un support pour un grand nombre d'organismes filtreurs (notamment des huîtres).

Les forêts de palétuviers constituent des zones de reproduction et de nourrissage pour de nombreux poissons et invertébrés marins et côtiers. Beaucoup de poissons pêchés dans les eaux côtières et au large dépendent ainsi de ces zones humides intertidales pendant au moins une partie de leur cycle de vie. En outre, les chenaux et marigots qui sillonnent les zones boisées constituent eux-mêmes des lieux de pêche très riches. La récolte de crevettes y est particulièrement importante et atteint, par exemple, 1.500 tonnes/an en Casamance (Sénégal).

Les mangroves fournissent également un bois d'excellente qualité pouvant être utilisé comme bois de construction (habitations, bateaux, etc...), comme bois de chauffe, pour produire du charbon de bois ou encore pour fabriquer des perches et piquets. Une forêt exploitée rationnellement peut se régénérer toute seule en l'espace d'une quinzaine d'années, mais on peut également favoriser la régénération en repiquant des jeunes plants comme on le fait au Bénin.

Les feuilles des mangroves (en particulier celles des arbres du genre *Avicennia*) contiennent des taux élevés de sels nutritifs (sodium et iode) et des protéines; elles constituent de ce fait un fourrage apprécié par les consommateurs primaires, y compris par le bétail.

Les abeilles qui butinent dans les mangroves produisent du miel et cette production peut atteindre 0,2 à 0,5 kg/ha/an lorsqu'elle est bien gérée. Le miel est recherché en Afrique de l'Ouest et il peut constituer une source de revenus non négligeable et durable pour les populations rurales.

Les mangroves sont en revanche peu propices au développement agricole car leurs sols contiennent des taux de sel élevés et s'acidifient généralement lors de l'assèchement. Les pratiques villageoises traditionnelles à bas rendement tiennent compte de ces problèmes mais diverses initiatives d'intensification (comme celles qui ont été menées en Casamance au Sénégal) se sont soldées par un échec au plan agricole et la destruction totale de vastes étendues de mangroves autrefois productives. Les modifications qui interviennent au niveau des sols (par évaporation et/ou aération) lors de la destruction des mangroves peuvent en effet rendre la zone totalement stérile et conduire à la perte définitive des valeurs multiples de ces écosystèmes.

Enfin, par simple rôle de rempart, les mangroves limitent les effets de l'érosion côtière provoquée par les courants océaniques sur les littoraux fragiles, protègent les sols meubles de la côte lors des tempêtes et abritent les populations humaines qui vivent sur le littoral.

Vasières intertidales

On appelle vasières intertidales les zones intertidales dont le fond est vaseux. Les eaux marines côtières ont une fertilité naturelle parmi les plus élevées au monde, la flore micro- et macroscopique assurant une forte productivité. **Les vasières tidales sont ainsi des lieux de nourrissage vitaux** (Figure 2.2):



Photo 24 Les vasières intertidales, très riche en invertébrés, jouent un rôle fondamentale dans l'alimentation des oiseaux à marée basse et des poissons à marée haute.

- **a marée basse pour les limicoles:** en se retirant, les deux marées quotidiennes laissent exposée une boue riche en invertébrés (vers, crabes, divers crustacés) dont ces oiseaux se nourrissent;
- **a marée haute pour les poissons,** alors que ces vasières sont recouvertes d'eau (dont la hauteur varie selon l'importance de la marée).

Les oiseaux, chassés par la marée, se rassemblent alors dans des sites de repos dits de marée haute, généralement sur des îles et bancs de sable non perturbés, où ils attendent le retrait des eaux pour recommencer à se nourrir.

Poissons et oiseaux effectuent ainsi des migrations régulières, correspondant aux marées, en provenance et à destination des vasières.

Plaines d'inondation

On appelle plaine d'inondation une **plaine régulièrement inondée par la crue d'un fleuve**. Elles bordent généralement les grands fleuves qui coulent sur des terrains relativement plats, lorsque les gradients de pente sont insuffisants pour évacuer les grands volumes d'eau qui accompagnent les crues. L'eau a alors tendance à déborder du lit fluvial en se répandant sur les plaines environnantes.

Avec la décrue cependant, à mesure que le niveau d'eau baisse, l'eau retourne dans le lit principal et la plaine d'inondation s'assèche. Le relief de la plaine d'inondation étant rarement complètement plat, la décrue révèle souvent une mosaïque de mares,

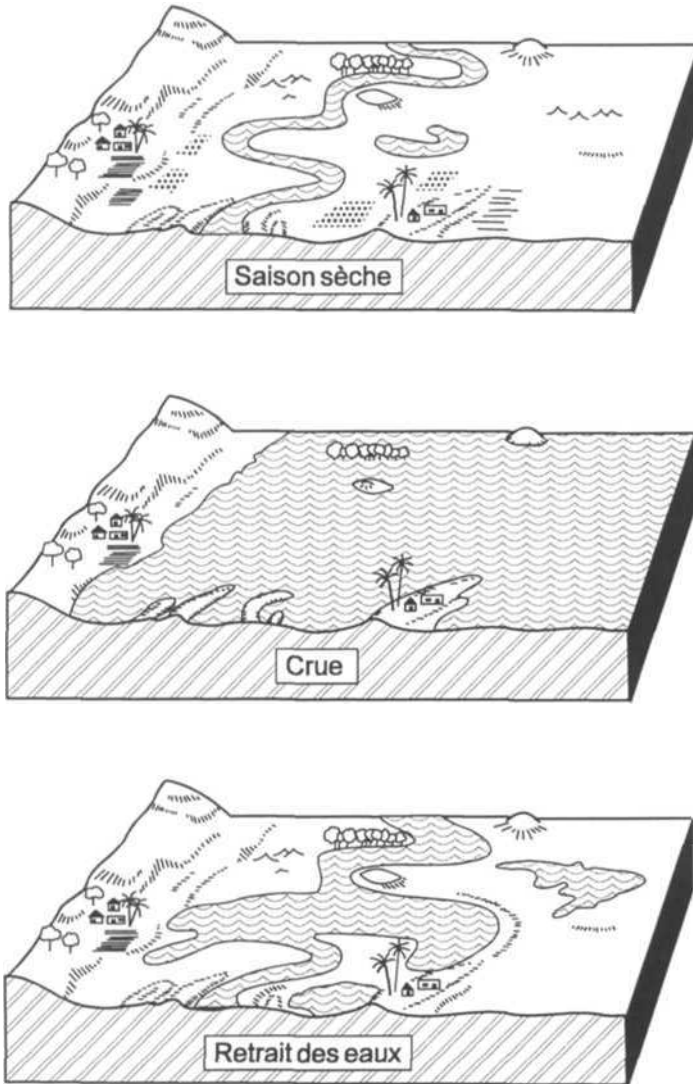


Figure 2.3 Paysages caractéristiques d'une plaine d'inondation: saison sèche, crue et décrue

de petits lacs et de canaux remplis d'eau qui persistent plus ou moins longtemps en fonction de leur taille et de leur profondeur. Ces zones constituent des habitats importants pour les poissons et les oiseaux d'eau et sont largement utilisées par l'homme pour la pêche, l'agriculture et l'élevage (Figure 2.3).

Le régime des inondations dépend donc entièrement des niveaux d'eau du fleuve et du rythme auquel l'eau monte et descend. Les caractéristiques de la crue sont liées à celles du bassin versant du cours d'eau et on peut observer des crues importantes mais de courte durée, comme celle de la courbe A, ou plus faibles mais prolongées dans le temps, comme celle de la courbe B (Figure 2.4).

Comme on l'a déjà vu à la section 1.4, le moment, la profondeur et la durée de la crue jouent un rôle déterminant sur la végétation de la plaine d'inondation.

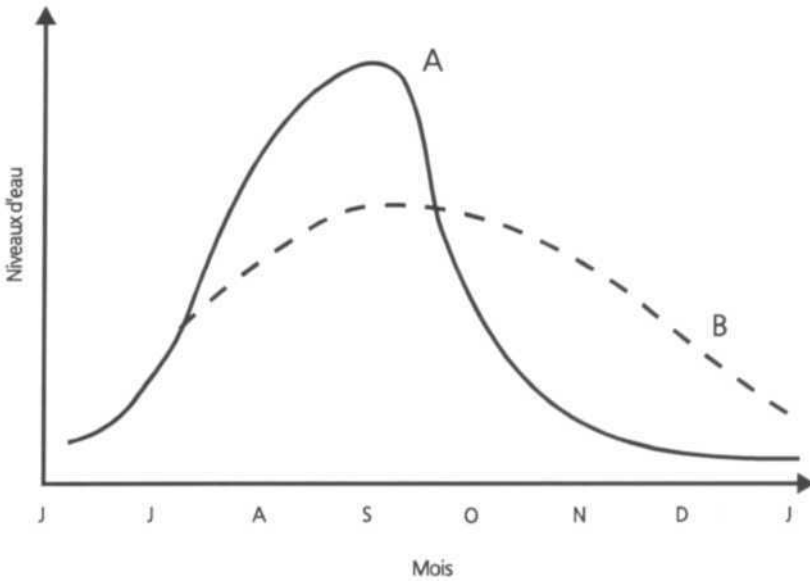


Figure 2.4 Deux exemples de crues

2.2 Valeurs et fonctions des zones humides

Les zones humides remplissent toute une gamme de fonctions dans les domaines de l'hydrologie et de l'écologie¹. En outre, elles fournissent un certain nombre de produits. Le Tableau 2.2 présente de manière succincte ces divers produits et fonctions par types de zones humides. Quelques-uns des plus importants d'entre eux sont présentés ci-après.

1 **Ecologie**: étude des milieux où vivent et se reproduisent les êtres vivants ainsi que des rapports de ces êtres avec le milieu

Tableau 2.2 Les valeurs associées aux zones humides (Source: Dugan, P.J. 1992)

		Estuaires (mangroves exceptées)	Mangroves	Côtes ouvertes	Plaines inondables	Marais d'eau douce	Lacs	Tourbières	Forêts marécageuses
Fonctions									
1	Alimentation des eaux souterraines	○	○	○	■	■	■	●	●
2	Emergence des eaux souterraines	●	●	●	●	■	●	●	■
3	Prévention des inondations	●	■	○	■	■	■	●	■
4	Stabilisation du littoral/ Lutte contre l'érosion	●	■	●	●	■	○	○	○
5	Rétention de sédiments/ produits toxiques	●	■	●	■	■	■	■	■
6	Rétention d'éléments nutritifs	●	■	●	■	■	●	■	■
7	Exportation de la biomasse	●	■	●	■	●	●	○	●
8	Protection contre les tempêtes/brise-vent	●	■	●	○	○	○	○	●
9	Stabilisation de microclimats	○	●	○	●	●	●	○	●
10	Voie de communication	●	●	○	●	○	●	○	○
11	Activités récréatives/touristiques	●	●	■	●	●	●	●	●
Produits									
1	Ressources forestières	○	■	○	●	○	○	○	■
2	Ressources en espèces sauvages	■	●	●	■	■	●	●	●
3	Ressources halieutiques	■	■	●	■	■	■	○	●
4	Ressources fourragères	●	●	○	■	■	○	○	○
5	Ressources agricoles	○	○	○	■	●	●	●	○
6	Alimentation en eau	○	○	○	●	●	■	●	●
Attributs									
1	Diversité biologique	■	●	●	■	●	■	●	●
2	Originalité/patrimoine culturel	●	●	●	●	●	●	●	●

Légende:

○ absente ou exceptionnelle

● présente

■ valeur fréquente et importante pour ce type de zone humide

Fonctions hydrologiques

Contrôle des crues

Les zones humides jouent le rôle d'éponges et régularisent ainsi le débit des cours d'eau:

- elles se remplissent d'eau pendant les crues et stockent cette eau de manière permanente ou, plus généralement, temporaire;
- elles peuvent ensuite restituer l'eau au système fluvial.

Ainsi, la présence d'une zone humide permet d'allonger la durée de la crue et d'atténuer l'importance des crues maximales. Si l'on reprend la Figure 2.4, la présence d'une zone humide permet d'obtenir le profil de crue B plutôt que A. Cette fonction se traduit donc par une crue de faible ampleur et prolongée dans le temps, au lieu d'une crue brutale et de grande ampleur, potentiellement dévastatrice. Elle atténue par conséquent considérablement les effets destructeurs des crues pour les infrastructures se trouvant en aval. **Les zones humides contribuent donc à limiter les inondations en aval.**

L'importance de cette fonction régularisatrice des crues est nette dans la plaine d'inondation du delta intérieur du Niger. La Figure 2.5 montre que la crête de la crue est progressivement aplatie entre Koulikoro, à 300 km en amont du delta et Diré, à la sortie du delta, à près de 800 km de Koulikoro.

On a imaginé pouvoir mettre les plaines à l'abri des crues grâce à de grands travaux, par exemple en endiguant le fleuve entre de hautes digues. En fait, ce type de travaux n'a pour seul effet que d'entraîner l'eau en aval plus rapidement, ce qui peut causer des dommages matériels et humains substantiels. Pour remédier à cela, il faut alors envisager de construire des barrages et autres réservoirs très coûteux pour protéger la population des inondations. En effet, la technologie peut fournir des solutions à beaucoup de problèmes, mais à des coûts parfois très importants. En maintenant les systèmes naturels de zones humides et en leur permettant de jouer leur rôle de régulateur des crues, de telles dépenses peuvent être évitées.

Recharge de la nappe phréatique

L'homme a toujours besoin d'eau, que ce soit pour sa consommation, pour cuisiner et pour toutes sortes d'utilisations domestiques ou industrielles. Pour s'approvisionner en eau, de nombreuses communautés rurales n'ayant pas accès à des eaux de surface (mares, fleuves, lacs, ruisseaux, etc...) dépendent de puits ou de sondages pompant l'eau de la nappe phréatique.

La nappe phréatique peut être constituée d'eau fossile et elle n'est alors pas renouvelable (c'est le cas de nappes relativement profondes); le plus souvent cependant, **la nappe phréatique se recharge chaque année par infiltration d'eau de pluie au moment des précipitations et d'eau provenant des zones humides.**

A mesure que l'eau de surface passe à travers les couches du sol, elle est filtrée et purifiée ce qui maintient la haute qualité des eaux de la nappe souterraine.

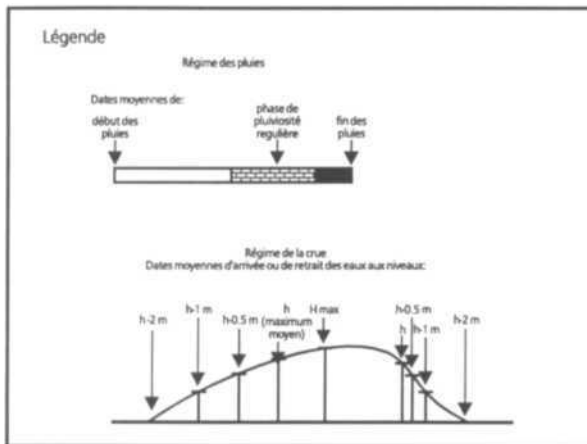
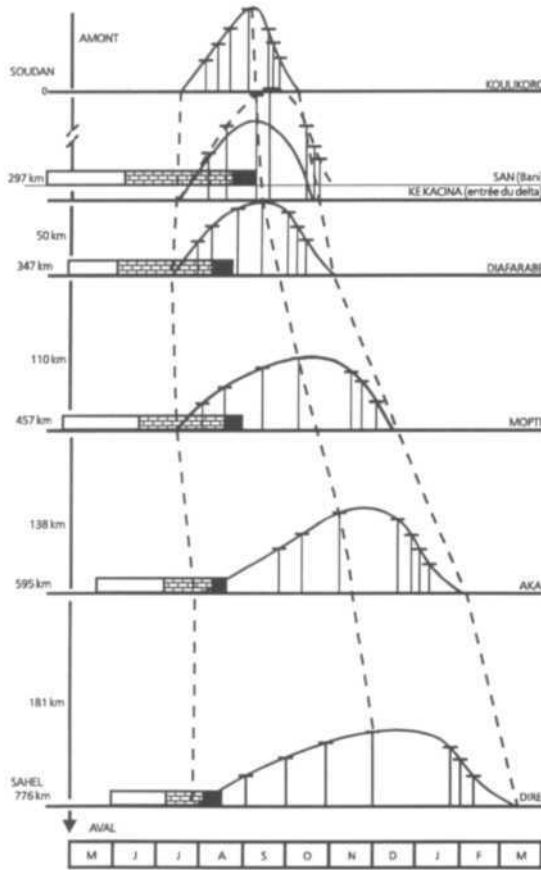


Figure 2.5 Schéma des régimes de la crête de la crue et des pluies dans le delta intérieur du Niger



Photo 25 Au Sahel, de nombreux puits ont été creusés pour accéder à l'eau de la nappe phréatique. Il faut cependant surveiller le niveau d'eau des puits car toute diminution indiquera une recharge insuffisante de la nappe et donc une surexploitation de la ressource.

Quand le pompage de l'eau souterraine devient excessif et dépasse la capacité de recharge annuelle, le niveau de la nappe baisse et son exploitation n'est pas durable. Des infrastructures coûteuses (puits, sondages) peuvent alors s'assécher. Ainsi, dans l'Etat de Kano au Nigéria, le niveau de la nappe a baissé de 15 à 20 m en raison, d'une part d'un pompage excessif pour irriguer les terres agricoles, d'autre part de la construction de barrages en amont qui ont empêché l'inondation des plaines et limité ainsi les infiltrations d'eau vers la nappe phréatique.

De toute évidence, les stratégies qui ne tiennent pas compte de la nécessité de recharger les nappes phréatiques ne peuvent être viables qu'à court terme. S'il est nécessaire d'exploiter les sources d'eau potable pour satisfaire les besoins des populations, il faut également toujours se rappeler que les ressources en eau ne sont pas infinies. Chaque mètre cube d'eau prélevé en amont diminue d'autant les disponibilités en aval.

La conservation des zones humides permet de maintenir les cycles hydrologiques et leur exploitation durable à long terme car elles contribuent à recharger les aquifères souterrains.²

2 **Aquifère:** qui contient de l'eau; ici couche rocheuse ou sablonneuse souterraine contenant de l'eau.

Influence sur la qualité de l'eau

Outre les sédiments qui constituent souvent les principales substances polluantes de l'eau d'un système hydrographique, de nombreux polluants et produits toxiques aboutissent dans les zones humides, en particulier ceux qui proviennent des effluents³ agricoles (pesticides, engrais) ou urbains.

Les zones humides naturelles permettent de recycler ou de "casser" beaucoup de ces polluants, rendant ainsi les eaux qui s'écoulent des zones humides plus propres que celles qui y entrent. Les zones humides assurent ainsi les fonctions suivantes:

- **Rétention de sédiments et de produits toxiques:** les zones humides occupent en général des dépressions; par conséquent, elles captent et stabilisent les sédiments inorganiques qui ont été lessivés du bassin versant. Comme les produits toxiques adhèrent normalement aux sédiments en suspension, ils seront retenus de la même manière.

Cette fonction de rétention des sédiments prolonge la durée de vie des réservoirs et des canaux en aval qui, faute de cela, seraient encombrés de dépôts.

- **Rétention et recyclage des éléments nutritifs:** cette fonction est particulièrement importante pour l'azote et le phosphore, deux éléments qui, tout en étant indispensables à la croissance des plantes, peuvent se comporter en polluants s'ils sont présents en trop grandes quantités.

- L'azote arrive dans les zones humides sous forme de nitrates provenant des eaux d'égout et du lessivage des engrais des superficies agricoles intensives. Il favorise alors une augmentation de la productivité primaire (algues, plantes) qui, si elle est trop importante, peut conduire à l'eutrophisation⁴ des eaux. Celle-ci entraîne une dégradation de la qualité de l'eau (qui peut devenir imbuvable), une baisse de la productivité de la pêche et des changements de la végétation.

Il est possible de remédier à cette situation par des actions correctrices coûteuses, mais la meilleure solution consiste à conserver la capacité des zones humides de recycler l'azote. En effet, les micro-organismes contenus dans les sols des zones humides peuvent convertir les nitrates en azote assimilable par les végétaux et ultérieurement en azote gazeux qui pourra s'échapper dans l'atmosphère.

- Le phosphore, quant à lui, pénètre dans les zones humides sous forme de phosphates provenant de l'utilisation d'engrais artificiels. Ces phosphates ne sont pas recyclés comme les nitrates mais ils sont retenus à la surface des sédiments et progressivement enfouis dans le sol des zones humides.

3 **Effluent:** ensemble des eaux à évacuer d'une zone (terrains et bâtiments) et des matières qu'elles peuvent entraîner. On parle d'effluents agricoles, industriels ou urbains.

4 **Eutrophisation:** accumulation de débris organiques dans l'eau, qui, en pourrissant conduisent à une baisse de la teneur en oxygène dissous dans les couches profondes.

Les zones humides naturelles permettent ainsi de maintenir la qualité de l'eau par des processus chimiques naturels (dénitrification⁵) et physiques (sédimentation, filtration vers la nappe). L'inondation et l'assèchement réguliers des zones humides contribuent au recyclage des éléments nutritifs, en faisant alterner conditions anoxiques⁶ pendant la crue et oxygénation pendant la sécheresse. Différents processus chimiques de décomposition ont lieu durant chaque phase du cycle.

Cette fonction est mise à profit par la ville de Kampala (Ouganda) qui s'approvisionne en eau dans le même lac où elle rejette ses eaux usées. La qualité de l'eau puisée est maintenue grâce aux marécages à papyrus et aux autres zones humides qui filtrent et purifient les eaux d'égout qui les traversent.

Productivité de la végétation

Les zones humides sont des écosystèmes extrêmement productifs, source de nombreux produits végétaux dont tirent profit, directement ou indirectement, les communautés rurales.

Le taux de productivité primaire des zones humides est en général nettement plus élevé que celui des zones avoisinantes, et cela d'autant plus que la pluviosité est faible.

La productivité primaire des plantes aquatiques peut atteindre 25 tonnes de matière sèche par hectare, soit 5 à 7 fois plus que celle des écosystèmes terrestres avoisinants qui ne sont alimentés en eau que par les pluies.

Cette forte productivité primaire est mise à profit dans le cadre de l'exploitation:

- **des ressources forestières:** les forêts de mangrove peuvent produire de manière durable une quantité importante de bois de construction si elles sont gérées correctement;
- **des ressources fourragères:** la végétation des zones humides se prête au pâturage intensif en saison sèche, lorsque les herbages alimentés par l'eau de pluie ont déjà été exploités;
- **des ressources agricoles:** la culture du riz a été maîtrisée il y a plus de 2.000 ans en Afrique de l'Ouest. Dans toute la région, les cultivateurs connaissent la valeur des plaines saisonnièrement inondées par les divers cours d'eau. Les variétés supportant une élévation du niveau de l'eau sont plantées en août ou septembre dans des zones fortement inondées et chaque village dispose de variétés adaptées aux conditions pédologiques locales.

La végétation procure en outre d'autres produits:

- alimentaires: graines et fruits sauvages, bulbes et tubercules, etc...;
- médicaux;

5 **Dénitrification:** élimination de l'azote contenu dans l'eau.

6 **Anoxie:** absence d'oxygène.



Photo 26 L'importante productivité des pâturages des zones humides permet de nourrir d'immenses troupeaux de bovins, ovins et caprins.



Photo 27 Outre le bois et les produits alimentaires, la végétation des zones humides fournit un grand nombre de produits (sur cette photo, des matériaux de construction) mis à profit par les populations locales.

- utilisés dans les constructions et l'artisanat: roseaux et pailles pour les toitures et les nattes, etc...

Productivité de la pêche

Beaucoup de zones humides présentent des biotopes abrités et riches en substances nutritives, que les poissons utilisent comme frayères, zones de nourrissage ou simplement comme habitats pour les adultes. Le poisson étant la principale source de protéines pour de nombreuses communautés rurales et urbaines, tant à l'intérieur des terres que sur la côte, la conservation de ces systèmes de zones humides est essentielle.

Pêcheries côtières

Tout le long de la côte, les lagunes, les mangroves et les estuaires servent de site de reproduction et/ou de nourrissage à de nombreuses espèces marines (coquillages, crevettes et poissons) et l'apport d'éléments nutritifs par les réseaux fluviaux est indispensable pour l'alimentation de ces espèces. De même, les grandes étendues d'herbiers sous-marins ou intertidaux du Banc d'Arguin sur la côte mauritanienne sont à la base d'une forte productivité biologique et, par suite, d'une importante zone de nourrissage pour jeunes poissons.

L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) estime que près de **80% des poissons capturés dans la partie est de l'Atlantique central dépendent entièrement de l'existence des zones de mangroves d'Afrique de l'Ouest** où s'effectue leur reproduction. La productivité des pêcheries côtières ne peut donc être maintenue qu'en préservant ces systèmes de zones humides peu profonds où se reproduisent les poissons.

Pêcheries intérieures

Les eaux intérieures produisent généralement de 30 à 70 kg de poisson par hectare, suivant le régime des crues et la quantité d'éléments nutritifs disponible. La FAO a ainsi estimé que **la production des pêcheries intérieures s'élevait à 1,9 millions de tonnes par an sur l'ensemble du continent africain**. En Afrique de l'Ouest, les grandes plaines d'inondation, telles que le delta intérieur du Niger (Mali), produisent entre 60.000 et 110.000 tonnes de poisson par an, suivant l'ampleur des crues annuelles.

Les zones humides de petite taille, éparpillées à travers les réseaux fluviaux d'Afrique de l'Ouest, peuvent aussi constituer d'importantes sources de protéines, même si les poissons pêchés n'ont de valeur commerciale qu'au niveau local.

Autres valeurs et fonctions

Diversité biologique

Les concentrations d'animaux sauvages, d'oiseaux notamment, rencontrées dans les zones humides sont souvent spectaculaires et elles illustrent bien la richesse non



Photo 28 Toute perturbation du fonctionnement des zones humides, continentales ou côtières, a inmanquablement des répercussions sur la production de poissons, principale source de protéines de nombreuses communautés rurales et urbaines.



Photo 29 Dans le delta intérieur du Niger au Mali, les pêcheurs harponnent parfois des lamantins *Trichechus senegalensis* dont l'abondance des populations est plutôt mal connue.

négligeable de ces habitats en vertébrés, dont beaucoup sont endémiques⁷ ou menacés d'extinction.

Dans beaucoup de pays sahéliens, les zones humides abritent aussi un grand nombre d'espèces de mammifères qui ne sont pourtant pas strictement aquatiques, comme les éléphants qui peuplent le Parc National de Waza (Cameroun) et qui dépendent de la plaine d'inondation du Logone pour satisfaire leurs besoins alimentaires essentiels.

Les zones humides jouent également un rôle de réservoir génétique pour bon nombre d'espèces végétales, comme le riz qui constitue l'aliment de base de plus de la moitié de la population mondiale. Les espèces de riz sauvage sont aujourd'hui encore utilisées pour mettre au point de nouvelles variétés à meilleur rendement ou plus résistantes aux maladies. La diversité des plantes sauvages produites dans le delta intérieur du Niger, et surtout les nombreuses variétés de "bourgou" (*Echinochloa stagnina*) et de nénuphars (*Nymphaea* spp.), joue un rôle capital dans le régime alimentaire des habitants du delta pendant les périodes de disette.

Fonctions récréatives

Les zones humides ont aussi un rôle important au plan des activités récréatives et du tourisme. C'est particulièrement vrai pour les zones humides côtières, dont on connaît l'attrait qu'elles exercent sur les gens des villes (surtout ceux qui habitent les métropoles d'Europe du nord) et qui drainent la plupart du tourisme mondial en direction des pays tropicaux. L'aménagement des zones humides à des fins touristiques constitue ainsi une possibilité d'acquérir des devises étrangères.

Il importe cependant de planifier le développement du tourisme balnéaire⁸ traditionnel avec autant de précaution que s'il s'agissait d'infrastructures industrielles, car la mise en place de complexes touristiques surdimensionnés représente des investissements importants dont la rentabilité n'est pas toujours garantie. Il importe également de s'assurer, grâce à des études d'impact sur l'environnement, que les infrastructures prévues ne seront pas source de pollution chimique, socioculturelle ou esthétique.

S'il est bien organisé le tourisme peut contribuer à la conservation des sites, un genre de tourisme qu'on appelle aujourd'hui **écotourisme**. L'écotourisme pourrait se caractériser par le fait qu'il tend à apporter des bénéfices aux communautés locales et une amélioration de l'emploi et du développement économique régional, des revenus à l'administration chargée des aires protégées, une formation pour les guides et gestionnaires de la nature ainsi que la promotion de la recherche et de l'éducation environnementale.

7 **Espèce endémique**: que l'on ne trouve que dans la région ou le pays considéré.

8 **Tourisme balnéaire**: tourisme lié aux plages.



Photo 30 Toutes sortes d'animaux viennent s'alimenter et s'abreuver dans les zones humides. Celles-ci sont donc indispensables au maintien de la biodiversité caractéristique d'autres habitats.



Photo 31 Les zones humides jouent également un rôle important de voies de communication pour de nombreuses communautés rurales (ici, une vue du port de Mopti).

2.3 Utilisation traditionnelle ou intensive?

Les zones humides, nous l'avons vu, sont des écosystèmes importants et extrêmement productifs. C'est pourquoi elles ont toujours attiré les populations humaines et servi, par le passé, de berceau à un certain nombre d'empires africains. Que ce soit pour l'agriculture, la pêche ou l'élevage, les zones humides ont ainsi toujours été utilisées par les communautés rurales, parfois de manière très complète, et joué un rôle important dans leur sécurité alimentaire.

Aujourd'hui, ces zones humides constituent encore une ressource nationale d'importance vitale pour les pays d'Afrique de l'Ouest et elles font souvent l'objet d'initiatives rurales et/ou nationales de développement.

Cependant, les grands projets de développement omettent souvent de tenir compte:

- des modes traditionnels d'utilisation des zones humides adoptés par les communautés locales;
- des retombées que les nouvelles stratégies de développement ont inévitablement sur la sécurité alimentaire de ces populations;
- des fonctions hydrologiques des zones humides (étalement des crues, recharge des nappes phréatiques, etc.), dont la valeur commerciale est extrêmement importante mais généralement difficile à évaluer.

Utilisations traditionnelles

L'économie locale autour des zones humides sahéliennes est généralement plus diverse et florissante qu'en zone sèche, puisqu'elle combine agriculture, pêche et élevage, sans oublier les activités de cueillette. Cette diversité la rend plus robuste qu'une économie ne dépendant que de quelques produits et permet de pallier les effets de la sécheresse qui affecte différemment les divers secteurs d'exploitation.

Des études menées autour du delta intérieur du Niger (Mali) lors des sécheresses qui ont touché la plupart des pays sahéliens ont montré l'importance des zones humides pour les populations qui ont vu leurs cultures pluviales diminuer d'importance:

- les graines produites en grandes quantités par plusieurs espèces de plantes aquatiques sont comestibles, notamment celles de nénuphars (*Nymphaea* spp.), dont les tubercules sont aussi très recherchés, de millets (*Echinochloa* spp.) et de riz (*Oryza* spp.). Dans le delta intérieur du Niger, on estime qu'en 1985, ces sources de nourriture gratuite ont satisfait les besoins familiaux en céréales pendant 90 jours environ;
- pour les pasteurs de zone sèche, les pâturages autour des zones humides constituent le premier point de repli quand l'herbe se fait rare en raison d'une pluviosité anormalement basse.

Les zones humides sahéliennes constituent donc un premier "filet de sauvetage" pour les populations rurales et leur influence peut s'étendre assez loin en zones sèches. Nous analyserons ci-dessous l'utilisation traditionnelle des zones humides aux plans de l'agriculture, de la pêche et de l'élevage.

Agriculture

Trois grandes formes d'agriculture sont pratiquées dans les zones humides d'Afrique de l'Ouest:

- **La riziculture, qu'elle soit pluviale ou inondée:**
 - dans la région la plus pluvieuse d'Afrique de l'Ouest, les dépressions alimentées par les pluies conviennent à certaines variétés de riz;
 - d'autres variétés poussent mieux dans les plaines inondables, et peuvent tolérer des crues de l'ordre de 2 mètres. La riziculture exige alors un certain degré de synchronisation entre les chutes de pluie (qui stimulent la germination et la croissance précoce) et les crues qui, si elles ont lieu trop tôt ou sont trop brutales, risquent de noyer les jeunes pousses.

La productivité est généralement assez faible: 800 à 1.000 kg/ha.

- **Les cultures de décrue**, qui consistent à planter les graines ou les jeunes pousses dans la boue humide, au moment de la décrue, en les laissant se développer grâce à l'humidité résiduelle. C'est donc une technique qui exige des sols argileux lourds qui retiennent l'eau, et qui est par conséquent impossible sur sol sableux. On cultive ainsi généralement du sorgho, mais aussi des haricots ou des ignames. Là encore, la productivité est assez faible, environ 1.000 kg/ha.

Cette technique permet d'obtenir une seconde récolte vivrière, venant éventuellement compléter une première récolte pluviale sur terre sèche (maïs ou mil par exemple).

C est pourquoi les zones humides offrent une sécurité alimentaire supplémentaire, d'autant plus importante que les cultures arrosées par les eaux pluviales peuvent échouer à cause de la sécheresse.

L agriculture de décrue est généralement plus sûre que l'agriculture sur terre sèche dans les régions où la pluviosité est marginale, car l'eau est déjà présente dans le sol au moment où l'on plante. Seuls les animaux nuisibles ou les maladies peuvent empêcher la réussite de ce type de culture.

- **Les cultures maraîchères**, pratiquées en saison sèche, sont de plus en plus populaires et lucratives. Bien que ce type de culture ne soit pas exclusivement associé aux zones humides, les maraîchers sont attirés par les sols plus lourds et plus fertiles qui bordent les zones humides et par l'eau disponible pour l'irrigation manuelle.

Les eaux de surface des cours d'eau ou des lacs, ou les eaux souterraines que l'on trouve à faible profondeur près des zones humides, réduisent considérablement les efforts nécessaires pour capter l'eau destinée à irriguer les jardins, surtout si on peut utiliser un chadouf⁹. En revanche, si les eaux souterraines se trouvent à plus de 5 à 8 m de profondeur, la culture maraîchère n'est viable qu'en recourant au pompage.

9 **Chadouf**: système permettant de puiser l'eau souterraine au moyen d'un levier équipé d'un contrepoids.



Photo 32 Les fruits des nénuphars sont très appréciés des communautés riveraines du delta intérieur du Niger qui sont ainsi moins dépendantes des cultures et des récoltes.



Photo 33 Le riz est cultivé dans la majorité des zones humides d'Afrique de l'Ouest, chaque communauté disposant de variétés et de techniques adaptées aux conditions pédologiques, à la pluviométrie, à l'ampleur des crues et même (comme sur cette photo montrant une rizière Balente en Guinée-Bissau) à la salinité.

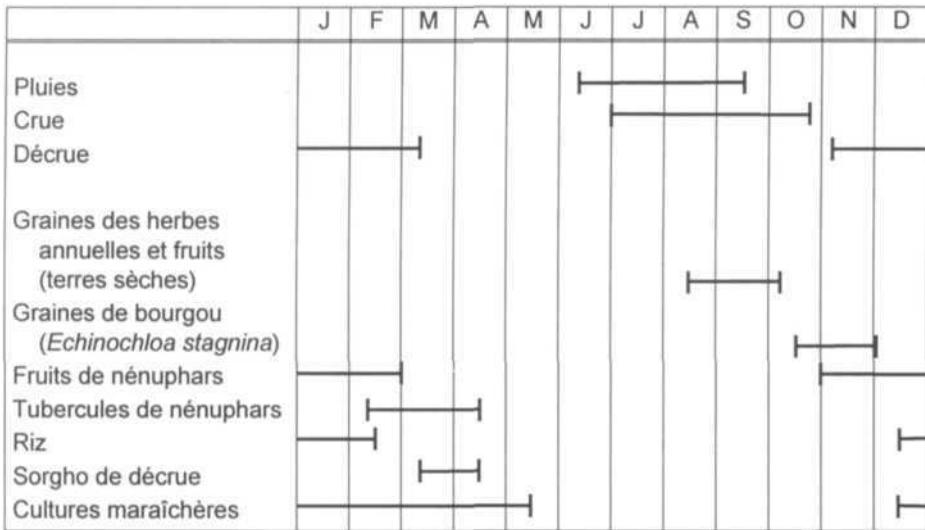


Figure 2.6 Calendrier des récoltes dans le delta intérieur du Niger (Mali)

La Figure 2.6 donne un exemple de calendrier de récoltes qui illustre bien **la diversité de l'économie agricole dans une région riche en zones humides**.

Pêche

Compte tenu de l'importance des ressources halieutiques, des groupes ethniques formés de pêcheurs professionnels se sont établis depuis longtemps le long des grands réseaux fluviaux et sur les côtes d'Afrique de l'Ouest. Ces pêcheurs, comme les Bozos qui peuplent le delta intérieur du Niger, tirent l'essentiel de leurs revenus de la pêche, même s'ils pratiquent souvent en outre une agriculture saisonnière de subsistance (riz, millet, etc...).

Dans les zones humides côtières, la pêche intéresse non seulement les poissons mais aussi divers crustacés, crevettes et crabes notamment. En outre, il convient de mentionner ici, bien que cette activité s'apparente plus à une cueillette, la récolte de coquillages dans la zone intertidale et d'huîtres en particulier, prélevées sur les enchevêtrements de racines dans les mangroves.

Si la consommation de poissons est importante dans les zones humides, elle est également considérable en zone urbaine, que le poisson soit frais, fumé ou séché, et les citadins sont généralement prêts à lui consacrer un budget non négligeable.

La pêche est donc un élément clé de l'économie des régions parsemées ou bordées par des zones humides; elle procure à la fois des protéines et des revenus aux communautés rurales. Elle exige néanmoins une spécialisation et des investissements importants en pièges, hameçons, filets et bateaux.

Elevage

L'élevage de divers animaux domestiques, bovins, ovins et caprins essentiellement, mais aussi dromadaires, revêt une grande importance dans de nombreuses régions d'Afrique de l'Ouest, en particulier directement en bordure du Sahara, où la pluviosité annuelle est faible (200 à 700 mm).

Cette zone d'élevage se caractérise par une longue saison sèche, qui dure au moins de novembre à mai, durant laquelle tous les herbages qui dépendent des pluies s'assèchent; bien que le bétail continue à s'en nourrir et mange les feuilles encore disponibles, le fourrage ne suffit plus qu'à assurer sa subsistance de base et de nombreux animaux perdent du poids vers la fin de la saison sèche.

Les zones humides, que ce soient les bas-fonds autour des lacs, le bord des fleuves ou les plaines d'inondation, constituent alors la principale source de fourrage vert. La période de croissance des espèces aquatiques est généralement plus longue que celle des espèces de savane sèche et leur productivité est plus élevée. Dans le delta intérieur du Niger, on a mesuré que la productivité des plantes aquatiques pouvait être jusqu'à 15 fois plus élevée que celle des plantes terrestres des terres sèches avoisinantes.

Outre leurs ressources fourragères, les zones humides retiennent souvent l'eau de surface jusqu'à une date avancée de la saison sèche, ce qui permet aux troupeaux de s'abreuver facilement. Sans cette eau de surface, il faudrait puiser pour abreuver les grands troupeaux, ce qui exigerait une main d'oeuvre considérable.

Qu'elles soient de grande taille, comme le delta intérieur du Niger qui couvre 20.000 kilomètres carrés et compte plus d'un million de têtes de bétail, ou petites et localisées, **les zones humides jouent par conséquent un rôle crucial pour les éleveurs.** De ce fait, de nombreux groupes pastoraux entreprennent de grandes transhumances annuelles, se déplaçant à la saison humide vers les pâturages alimentés par l'eau de pluie, pour se rapprocher ensuite, à mesure que ces pâturages s'assèchent, vers les zones humides. La transhumance est ainsi pratiquée par la plupart des 20 millions de têtes de bétail de la région sahélienne.

Au Mali, le fleuve Niger et son vaste delta intérieur accueillent une partie importante des troupeaux; le pourtour des lacs Tchad et Fitri et la vallée du fleuve Sénégal sont également très importants comme points de concentration du bétail en saison sèche.

Utilisations intensives

Compte tenu de leurs richesses, les ressources des zones humides font souvent l'objet de plans de développement d'intérêt national, essentiellement de deux ordres:

- systèmes d'irrigation pour différentes cultures. Depuis une vingtaine d'années, des investissements considérables ont été faits dans des projets d'irrigation en Afrique de l'Ouest, avec l'appui de bailleurs de fonds multilatéraux et bilatéraux. Ces projets concernent essentiellement la riziculture intensive mais aussi des plantations, notamment de canne à sucre;
- barrages ou usines hydroélectriques, avec deux objectifs principaux: d'une part la production d'électricité, d'autre part la maîtrise du cours du fleuve.



Photo 34 De grands troupeaux entreprennent chaque année de longues transhumances entre les pâturages alimentés par les pluies et les zones humides.



Photo 35 De nombreux projets de développement ont cherché à tirer parti des zones humides. Si les avantages retirés de la construction de barrages et de structures d'irrigation ont été bien décrits (et souvent même exagérés) par leurs promoteurs, on a rarement cherché à analyser objectivement leurs impacts négatifs sur l'environnement.

De tels projets de développement peuvent avoir un impact considérable sur les systèmes de zones humides, et mettre en péril la survie de communautés humaines et d'espèces sauvages dont les intérêts ne sont pas toujours pris en compte aux stades de la planification et de la réalisation de ces aménagements.

Comme nous l'avons vu, **les zones humides sont en grande majorité déjà largement utilisées par la population locale; par conséquent, le fait de les convertir à d'autres utilisations implique forcément un coût de substitution.** Or, les grands projets de développement exigent obligatoirement le transfert de deux ressources essentielles (la terre et l'eau) d'un groupe d'intérêt à un autre. Il s'agit là d'un processus politique normal mais une attention encore très insuffisante est accordée à ceux qui sont lésés lorsque des zones de pêche, des cultures de décrue ou des pâturages sont menacés de disparition par des projets situés en amont du réseau fluvial.

Une planification équilibrée exige que les différents avantages tirés des zones humides soient dûment pris en considération avant que celles-ci ne soient converties à d'autres usages. Il est donc essentiel de pouvoir comparer objectivement:

- les bénéfices retirés aujourd'hui des zones humides, c'est-à-dire non seulement les différentes ressources que l'on peut plus ou moins quantifier mais aussi les avantages auxquels on ne pense pas au premier abord, comme les fonctions hydrologiques; avec,
- les bénéfices que l'on devrait retirer du projet de développement. Il faut alors pouvoir analyser tous les aspects du projet pour quantifier exactement ces bénéfices, non seulement à court ou moyen terme, mais aussi et surtout à long terme.

Avec du recul, on s'aperçoit en effet que, si certains grands projets d'irrigation ont fonctionné efficacement les premières années, ils n'ont que trop souvent entraîné par la suite des problèmes de salinisation¹⁰ et d'engorgement¹¹ des sols, de manque de rentabilité au niveau de la commercialisation, d'entretien des infrastructures ou de lourdeur et d'inefficacité de la bureaucratie responsable de leur gestion, l'ensemble de ces problèmes diminuant de beaucoup les bénéfices à long terme.

Au lieu de chercher à transformer totalement les systèmes de zones humides, ce qui conduit trop souvent à leur destruction pure et simple, il conviendrait plutôt de tirer parti de leurs avantages existants en aidant les communautés locales à intensifier leurs utilisations traditionnelles des ressources naturelles.

Régime foncier

L'intérêt que suscitent les zones humides a toujours imposé la nécessité d'une gestion de la ressource, dont les droits d'accès sont liés au régime foncier¹². En Afrique de l'Ouest, ceux-ci sont aujourd'hui complexes et font intervenir:

¹⁰ **Salinisation:** accumulation de sel dans les sols

¹¹ **Engorgement:** imprégnation d'eau.

¹² **Régime foncier:** ensemble des lois relatives aux propriétés immobilières (sols et bâtiments).

- les droits traditionnels tribaux ou villageois;
- la législation coloniale;
- des mentalités et législations acquises depuis l'indépendance.

Détention des droits d'accès aux ressources

Traditionnellement, avant l'époque coloniale, les droits d'accès à certaines ressources étaient détenus par des villages ou des groupes de villages. Dans bon nombre d'entre eux, on est encore à même aujourd'hui de définir avec précision, dans le temps et dans l'espace, les droits traditionnels d'accès aux champs, aux zones de pêche ou boisées et il n'est pas rare que des limites ou des bornes précises remontant à l'époque précoloniale subsistent encore.

L'eau, qui a toujours été considérée comme une ressource communautaire offerte par les dieux, ne faisait pas exception et les droits d'accès aux ressources des zones humides faisaient l'objet de réglementations traditionnelles complexes, strictement appliquées par les chefs de villages (ou les "chefs des eaux"), ce qui permettait de maintenir la productivité de ces écosystèmes.

La législation libérale coloniale s'est aujourd'hui superposée à ce système traditionnel. En principe, l'ensemble des terres et des ressources appartient au gouvernement, sauf celles qui ont été "mises en valeur" par des particuliers (comme les terres qui ont été défrichées pour l'agriculture ou pour construire des maisons). La gestion des ressources naturelles relève ainsi actuellement des ministères et c'est pourquoi l'Etat exige généralement un permis annuel de ceux qui veulent exploiter une ressource donnée (poisson, bois, etc...).

L'accès aux ressources est donc aujourd'hui, en principe, ouvert à tous les détenteurs de permis, quelle que soit leur origine. Même si les villageois ont toujours un droit de regard sur l'affectation des champs, ils sont par conséquent rarement consultés en ce qui concerne l'exploitation des autres ressources. Il en résulte des conflits dans la gestion de l'espace communautaire, notamment lorsque des individus provenant de zones lointaines (ou appartenant à d'autres ethnies) viennent exploiter des ressources auxquelles ils peuvent légalement prétendre d'après la législation actuelle mais qui ne font pas partie de leur zone d'exploitation traditionnelle.

Contrôle de l'application des droits d'accès aux ressources

Il a été largement reconnu que **les gouvernements sont incapables de contrôler tous les aspects de l'occupation des sols**, vu l'importance des superficies à couvrir et la charge de travail qui en résulte. Les visites effectuées par les fonctionnaires gouvernementaux ne sont pas assez fréquentes pour assurer une gestion efficace des ressources naturelles dans des régions trop étendues. **Il est alors difficile d'échapper au problème de surexploitation des ressources naturelles.**

Ceci est d'autant plus vrai que les autorités tribales locales n'ont plus que rarement la capacité juridique de faire appliquer les droits d'accès traditionnels car ces derniers ont souvent été légalement supplantés par le régime colonial ou celui qui lui a succédé après l'indépendance.

Nécessité d'une gestion communautaire

Les zones humides sont des ressources communautaires et la participation active des communautés rurales est donc indispensable à la gestion des ressources naturelles. Cependant, les responsables de la planification rurale reconnaissent que **les communautés locales n'offriront leur participation que si on peut leur garantir, d'une manière ou d'une autre, que c'est à elles que profitera la gestion.** Cela signifie que les chefs ou les comités de villages veulent avoir, au plan juridique, le droit de décider qui est autorisé à avoir accès aux ressources, ceci dans les limites du terroir villageois.

Une concertation à plus grande échelle est parfois également nécessaire, notamment dans le cadre de grands travaux (comme la construction de barrages) afin d'éviter de limiter l'approvisionnement en eau des zones humides en aval des infrastructures envisagées et de prévenir ainsi les conflits entre villages (ou entre villageois) qui en résulteraient.

Bien que ce débat soit loin d'être clos et que l'on recherche des moyens de renforcer le contrôle des villageois sur les ressources naturelles, l'État conserve encore presque toujours la plupart des droits d'accès aux ressources naturelles.

Pour être couronnée de succès, la gestion durable des zones humides au niveau local doit absolument tenir compte de cette question du droit d'accès aux ressources.

Zones humides, maladies tropicales et aménagement agricole

Force est de reconnaître qu'un certain nombre de maladies parasitaires et/ou transmises par des insectes piqueurs sont associées aux zones humides tropicales, même si elles ne leurs sont pas propres; on peut citer notamment le paludisme, la fièvre jaune, la dengue, l'onchocercose (ou cécité des rivières), les bilharzioses et certaines encéphalites¹³.

Ainsi, dans une population rurale vivant à proximité de mangroves en Gambie, le paludisme sévissait à l'état hyperendémique; 33% des habitants étaient atteints de filariose et 2,5% de trypanosomiase; l'anémie était généralisée et 90% des enfants de 6 à 10 ans étaient infestés d'ankylostomes.

Par la crainte qu'elle suscite, l'onchocercose est la seule maladie qui a empêché l'homme de s'établir dans de nombreuses régions d'Afrique soudanienne. Mais la peur des autres maladies mentionnées ci-dessus (et de bien d'autres) a pendant longtemps tenu les colons à l'écart des zones humides, contribuant ainsi à préserver ces régions ainsi que les populations locales et leurs traditions.

13 **Encéphalite**: affection du cerveau de caractère inflammatoire.



Photo 36 Certaines formes de pêche sont entreprises par l'ensemble des hommes d'un village et illustrent bien le caractère communautaire des ressources des zones humides.

Justification sanitaire du drainage des zones humides

Plus récemment cependant, l'éradication des maladies a été l'un des principaux arguments avancés pour justifier le drainage des zones humides, la conversion des terres à l'agriculture constituant quant à elle l'incitation économique. L'exemple de l'Europe, où le paludisme était encore fréquent dans certaines régions au début du 19ème siècle, est ainsi souvent cité pour démontrer que le drainage peut favoriser l'éradication d'une maladie.

Cependant, si la disparition du paludisme a coïncidé en Europe avec un meilleur drainage, il est rétrospectivement difficile de séparer l'impact de ces travaux de celui de l'amélioration des conditions sanitaires et de logement. Ce qui est certain, c'est que **tous les efforts déployés pour drainer ont entraîné une destruction radicale de nombreux systèmes des zones humides sans permettre d'éliminer le moustique vecteur du paludisme.** Celui-ci est encore largement présent aussi bien dans les pays développés que dans les pays en développement.

Aménagement des zones humides et problèmes sanitaires

En revanche, certaines interventions dans les zones humides peuvent en fait donner lieu à de nouveaux problèmes sanitaires en créant des habitats ou lieux de reproduction pour un certain nombre de vecteurs de maladies:

- on accuse de plus en plus les projets d'irrigation de favoriser le paludisme en offrant aux moustiques de nouveaux gîtes larvaires¹⁴, ainsi que la schistosomiase en abritant de grandes populations de mollusques qui servent d'hôtes intermédiaires.

Les rizières notamment constituent des biotopes très productifs pour de multiples espèces de moustiques. Les réseaux de distribution et d'évacuation d'eau sont aussi en cause, le plus souvent il est vrai parce qu'ils sont mal entretenus;

- la grande majorité des lacs de retenue africains ont été colonisés par des mollusques entraînant, au bout d'un délai variable, l'apparition ou l'augmentation des bilharzioses;
- les déversoirs des barrages et des lacs de retenue créent des courants artificiels de faible profondeur constituant d'excellents gîtes pour les larves de simulies. Ainsi peuvent se constituer autour des barrages des foyers d'onchocercose dans des zones qui en étaient autrefois indemnes;
- la construction de digues pour protéger le littoral peut faciliter la reproduction des moustiques en empêchant les inondations régulières par l'eau de mer que leurs larves ne supportent pas.



Photo 37 Projet d'irrigation utilisant l'énergie solaire à Diré (Mali). Les aménagements hydroagricoles peuvent également favoriser la multiplication des insectes responsables de la transmission de maladies comme le paludisme.

14 **Gîte larvaire:** habitat pour les larves

Ces exemples visent à souligner que, si les zones humides sont indéniablement des réservoirs de maladies, **ni l'assèchement ni les formes conventionnelles de développement intensif ne représentent des solutions idéales au plan sanitaire.**

L'amélioration du niveau de santé passe par l'amélioration des conditions socio-économiques et, s'il faut garder en mémoire que la production agricole est une priorité dans la plupart des pays en développement, il faut également être persuadé du fait qu'une gestion des zones humides respectueuse de l'environnement peut, dans bien des cas, constituer un moyen relativement efficace de combattre la maladie.

En tout état de cause il conviendra d'instaurer un dialogue entre les secteurs de l'agriculture, de la santé et de l'environnement et d'y associer les populations locales qui utilisent les zones humides, de manière à ce que tous les aspects de la question soient examinés en connaissance de cause avant de décider d'aménager une zone humide.

2.4 Gestion durable des zones humides

Les zones humides présentent donc des avantages dans différents secteurs d'exploitation (eau potable, énergie, pêche, agriculture, etc...). Or, ces secteurs sont généralement contrôlés par toute une gamme de services gouvernementaux et la mise au point de programmes de développement se heurte aux obstacles suivants:

- il est parfois difficile de parvenir à un accord global sur des projets de développement affectant un secteur particulier;
- le manque de coordination entre les différents secteurs fait qu'il est difficile, parfois impossible, de garantir une stratégie cohérente de développement. De ce fait, les conséquences des aménagements pour d'autres secteurs sont généralement insuffisamment étudiées et les problèmes recensés rarement résolus (notons que c'est typiquement le cas des conséquences en aval de l'aménagement d'un cours d'eau). Enfin, il arrive même que les plans élaborés par les différents secteurs soient incompatibles.

Une gestion durable des zones humides signifie que **le système doit être considéré comme une seule unité cohérente, allant du sommet du bassin versant à l'embouchure du fleuve.** Il faut être persuadé du fait que tout changement en amont aura des répercussions en aval, et les projets d'aménagement doivent donc être examinés objectivement, tant au plan écologique qu' économique, pour s'assurer qu' à long terme les fonctions ou valeurs essentielles de la zone humide concernée seront maintenues, voire améliorées.

Ainsi, cette vision globale des zones humides exige:

- une coopération et une entente concertées entre les différents secteurs. Compte tenu de l'importance de certains bassins versants, une telle entente doit souvent dépasser le cadre des frontières naturelles et déboucher sur des programmes internationaux;
- des études approfondies des processus hydrologiques, chimiques et écologiques qui ont lieu dans la zone humide concernée;

- une compréhension de base des avantages économiques apportés par le système dans son état naturel.

Il faut donc, d'une part, se demander rigoureusement si les avantages apportés par un projet de développement ne risquent pas, d'une façon ou d'une autre, d'être annulés par une baisse de la production économique des systèmes naturels et, d'autre part, quantifier en termes financiers l'importance des valeurs existantes.

Un programme d'utilisation durable des zones humides peut ainsi comprendre:

- un inventaire national des zones humides;
- l'identification des avantages et des valeurs de ces zones humides;
- une définition des priorités pour chaque site, conformément aux besoins et conditions socio-économiques de la région et du pays;
- une procédure d'évaluation d'impact sur l'environnement devant obligatoirement être appliquée avant approbation de tout projet de développement et la mise en oeuvre rigoureuse de toute mesure environnementale compensatoire qui s'imposerait;
- l'utilisation réglementée des espèces de faune et de flore sauvages, afin d'éviter la surexploitation de ces ressources;
- la prise en compte des besoins en développement des communautés locales et la participation active de celles-ci à toute initiative les concernant.



Photo 38 Les bourgoutières d'*Echinochloa stagnina* peuvent être reconstituées par repiquage de boutures lors du retrait des eaux, mais il est important de choisir des endroits bien inondés en période de crue (par au moins 2 mètres d'eau) et d'interdire le pâturage dans l'année qui suit le repiquage.

Chapitre 3

Etude et surveillance continue des zones humides

Les chapitres 1 et 2 ont montré que les fonctions et valeurs des zones humides englobent une large gamme d'éléments biologiques (vivants) ou non (non vivants) qui contribuent tous à la stabilité et à la productivité de l'écosystème.

Comme de nombreux autres écosystèmes, les zones humides sont souvent dynamiques, en évolution constante, et les divers paramètres qui les régissent présentent des fluctuations considérables selon plusieurs rythmes:

- un rythme tidal dans le cas des zones humides affectées par la marée;
- un rythme journalier parfois;
- un rythme saisonnier;
- un rythme de plusieurs années, suivant les cycles climatiques, comme par exemple la succession de sécheresses observée au Sahel ces dernières années.

L'étude de ces systèmes dynamiques n'est donc pas réalisable en quelques mois mais doit se poursuivre sur plusieurs années pour aboutir à une compréhension fondamentale du fonctionnement du système. On notera qu'il est par conséquent important d'adopter une méthodologie commune. **Ce type d'étude se prolongeant sur de longues périodes et s'étalant sur plusieurs années est appelé surveillance continue.**

3.1 Surveillance continue des zones humides: objectifs et principes

Un programme de surveillance continue a généralement pour objet d'enregistrer trois aspects des ressources naturelles:

- les tendances en matière de taille des populations végétales et animales;
- la mesure du succès de reproduction ou de la productivité des espèces;
- l'évaluation de la qualité ou de l'état des espèces et des biotopes.

L'objectif premier est de déceler le plus rapidement possible des tendances irrégulières, non cycliques, traduisant un déséquilibre écologique afin de pouvoir éventuellement mettre en place des activités de gestion (ou de les réviser) pour corriger ce déséquilibre et maintenir ou renforcer les valeurs de la zone humide.

Tableau 3.1 Renseignements destinés à la base de données Ramsar sur les zones humides

1. Identification du site (numéro de référence)
2. Date de la dernière mise à jour
3. Date de l'inscription du site sur la Liste Ramsar
4. Coordonnées géographiques
5. Superficie
6. Type de zone humide
7. Chimie du site
 - (a) salinité
 - (b) bilan des nutriments
 - (c) pH
 - (d) sol
8. Régime foncier
9. Mesures de conservation en vigueur
 - (a) statut juridique
 - (b) plan de gestion
 - (c) autres désignations internationales du site
10. Occupation des sols
 - (a) sur le site
 - (b) dans le bassin versant
11. Changements des caractéristiques écologiques
12. Perturbation et menaces
 - (a) sur le site
 - (b) dans le bassin versant
13. Valeurs hydrologiques et biophysiques
14. Valeurs sociales et culturelles
15. Flore remarquable
16. Faune remarquable
17. Raisons de l'inscription sur la Liste Ramsar

Un des buts de la surveillance continue consiste donc à veiller à ce qu' on ne dépasse pas la capacité de charge¹ des ressources naturelles. En effet, contrairement à ce qu' on a longtemps pensé, **la productivité naturelle n'est pas infinie et toute surexploitation des ressources conduira inévitablement à une dégradation du milieu**. La surveillance continue devra donc permettre de repérer au plus vite les premiers signes d'une telle dégradation et conduire à la mise en place de mesures correctives en fonction des valeurs considérées comme prioritaires dans un contexte local, régional ou international.

Pour assurer la surveillance continue d'une région possédant plusieurs systèmes de zones humides, il est intéressant de commencer par réunir les informations de base suivantes, dont la liste a été proposée par le Secrétariat de la Convention de Ramsar (Tableau 3.1).

Dans l'idéal, tous les éléments d'un écosystème de zone humide, qu'ils soient biologiques ou non biologiques, devraient faire l'objet d'une surveillance continue. De même, leurs effets sur les autres composantes du système devraient être déterminés. Cependant, pour atteindre ce but, il faudrait pouvoir disposer d'une grande équipe de recherche pendant plusieurs années, ce qui est rarement possible. **La surveillance continue devra donc se concentrer sur les éléments clé du système, et sur l'eau en particulier**. Ce sont les fluctuations du niveau d'eau et, finalement, la qualité de l'eau, qui constituent le cadre de base à l'intérieur duquel les autres composantes évoluent. En effet, comme nous l'avons vu, la composition des espèces végétales, les oiseaux et les diverses fonctions hydrologiques, telles que le recyclage des nutriments, dépendent, dans une plus ou moins large mesure, du niveau et de la qualité de l'eau.

On trouvera ci-après une série d'éléments qu' il convient d'étudier dans le cadre d'un programme de surveillance continue. Les techniques et mesures à appliquer sont examinées de manière plus détaillée dans les fiches techniques qui composent la deuxième partie de ce manuel.

3.2 Etablissement d'une carte de base

Une bonne carte de base est essentielle pour étudier les zones humides. Elle devra contenir des informations concernant:

- le cadre physique, c' est-à-dire:
 - le relief des environs et ses différentes formes (plaines, plateaux, montagnes, bas-fonds), ainsi que la manière dont ces éléments s'organisent dans l'espace;
 - la végétation et ses différents aspects: bois, forêts, clairières, bosquets, arbres espacés, etc...;

¹ **Capacité de charge:** niveau d'exploitation maximal possible pour une utilisation durable de la ressource.

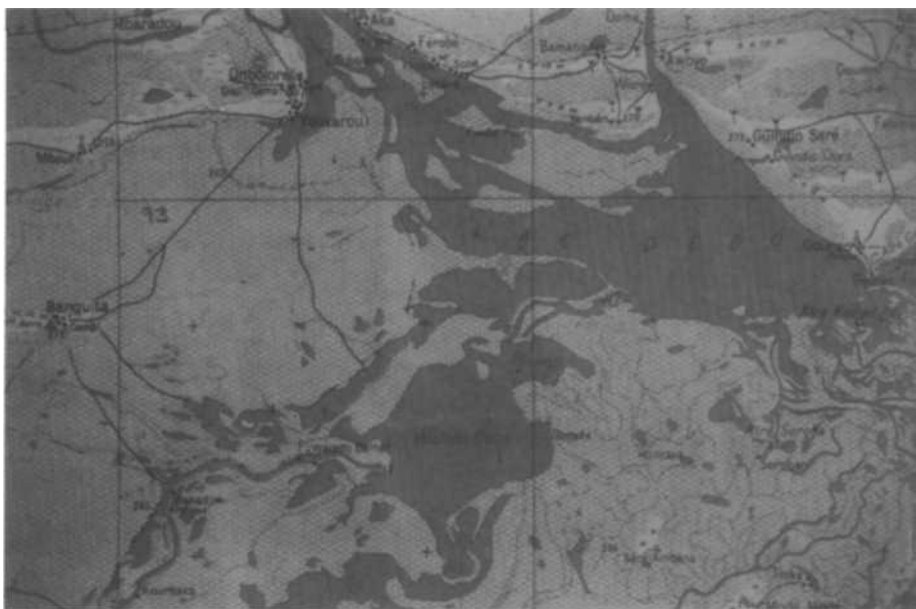


Photo 39 Portion de carte montrant le Lac Debo, au coeur du delta intérieur du Niger au Mali, et les chenaux et marigots avoisinants.

- l'organisation du réseau hydrographique: lacs, rivières, plans d'eau, réservoirs, etc...;
- le cadre humain, c'est-à-dire:
 - les hommes, leur habitat et la répartition de celui-ci;
 - les voies de communication (routes, pistes);
 - le cadre administratif dans lequel se passe la vie des hommes: arrondissement, département, commune, village.
- l'utilisation du sol, c'est-à-dire l'espace utilisé pour l'agriculture avec ses différentes formes: plantations, champs, pâturages, etc...

On choisira l'échelle² en fonction de la superficie de la zone concernée, mais 1:50.000 (soit 2 cm = 1 km) est l'échelle la plus couramment utilisée.

En l'absence de carte topographique de base, on peut travailler sur la base de photographies aériennes ou d'images satellite.

La Fiche Technique n° 1 décrit les principales informations contenues dans une carte topographique ainsi que diverses techniques d'utilisation.

2 **Echelle d'une carte:** rapport entre une longueur dans la réalité et sa représentation sur la carte.

3.3 Suivi du niveau d'eau et de la superficie inondée

Le niveau d'eau

Les services gouvernementaux appropriés (ministères de l'hydraulique ou de l'équipement) ont généralement déjà installé, dans les divers systèmes de zones humides, un ensemble d'échelles et de jauges pour étudier le niveau et le débit des principaux lacs et cours d'eau.

La surveillance continue de ces paramètres, par des lectures quotidiennes au moins (et parfois même plus fréquentes), et l'établissement de graphiques est une première étape importante pour comprendre le fonctionnement d'une zone humide. Les données de niveau et de débit fluvial sont souvent disponibles auprès des services compétents.

La superficie inondée

La superficie inondée, de même que la durée et la profondeur de l'inondation, sont des facteurs importants à surveiller car ils déterminent le type de végétation qu'on pourra trouver et qu'il s'agira de gérer.

Lorsqu'on dispose de cartes topographiques avec des courbes de niveau, il est relativement facile de **dresser une carte de la zone inondée en fonction des différents niveaux d'eau**. En général, le service des eaux aura déjà effectué des lectures régulières des échelles et déterminé l'altitude³ du niveau zéro des échelles qui permettent de lire la hauteur d'eau. Il s'agit alors simplement d'ajouter cette valeur aux hauteurs indiquées sur les échelles et de reporter les chiffres obtenus sur la carte de niveaux.

Si l'on ne dispose pas d'une telle carte, il est essentiel de procéder à une étude sur la base de photos aériennes ou d'images satellites prises à différentes dates.

Dans la mesure du possible, on enregistrera, pour chaque année, la superficie minimum inondée à la fin de chaque saison sèche, et la superficie maximum inondée après les pluies, ainsi que les dates correspondantes.

On trouvera dans la Fiche Technique n° 2 une description des diverses techniques permettant d'effectuer une surveillance continue des niveaux d'eau et de la superficie inondée de la zone humide à laquelle on s'intéresse.

3.4 Surveillance continue de la végétation

La végétation constitue un élément productif essentiel des zones humides et il est donc important de prendre en compte la distribution et l'abondance (c'est-à-dire la biomasse mesurée en grammes de poids sec par m²) des différentes espèces dans les programmes de surveillance continue des zones humides.

3 **Altitude**: élévation d'un point par rapport au niveau de la mer.

La Fiche Technique n° 3 donne à la fois des notions de botanique de base et une description des techniques d'inventaire et de surveillance continue de la végétation.

Une tâche complexe

Mesurer l'abondance et la distribution des plantes dans un milieu naturel donné est une tâche complexe qui a donné naissance à de nombreuses techniques différentes que l'on choisira en fonction:

- du type de végétation;
- du niveau de précision requis;
- des analyses statistiques que l'on veut appliquer aux résultats.

Contrairement aux oiseaux ou aux mammifères, les plantes nous entourent en tout temps et la complexité de leurs modes de croissance fait qu' **un simple dénombrement n'est pas forcément significatif**. En effet, une seule plante peut très bien couvrir plusieurs hectares (comme dans une roselière ou dans une pelouse) ou n'être composée que d'une seule tige. De même, elle peut être pérenne ou annuelle et repousser chaque année à partir des graines.

De multiples techniques d'analyse ont été mises au point pour faire face à cette complexité. Elles reposent toutes sur le concept d' "échantillon" étant donné qu' il est impossible de mesurer l'abondance de toutes les plantes présentes dans un milieu donné. Comme les conclusions relatives à l'ensemble de la région seront tirées sur la base des échantillons choisis, **il faudra faire une extrapolation**⁴ qui n' aura de sens que si elle est statistiquement⁵ valable.

La plupart des méthodes utilisées pour échantillonner la végétation reposent donc sur les statistiques et peuvent être relativement complexes. Il faudra donc demander conseil à des botanistes expérimentés avant d'entamer des analyses compliquées de la distribution et de l'abondance de la végétation.

Analyse de la végétation dans l'espace

La première opération consiste à effectuer une analyse de la végétation dans l'espace. On utilise généralement la méthode des transects⁶ qui permet de déterminer les principaux types de végétation ou groupements végétaux. On pourra ainsi reporter leur distribution sur la carte de base (Figures 3.1 et 3.2).

On ne cherchera pas à reporter sur la carte des zones composées d'une seule espèce, ce qui est très rare dans la nature; en revanche, on délimitera les zones en fonction de l'**espèce dominante**, la plus typique de l'habitat, et on reportera le nom de cette plante

4 **Extrapoler:** appliquer un résultat connu (pour un échantillon) à un domaine plus large (une zone, une région).

5 **Statistiques:** ensemble de techniques d'interprétation mathématique appliquées à des phénomènes pour lesquels une étude complète est impossible.

6 **Transect:** lignes tirées au hasard dans la zone dont on veut analyser la végétation (ou la faune ou tout autre paramètre) et le long desquelles on étudiera la répartition et l'abondance des espèces.

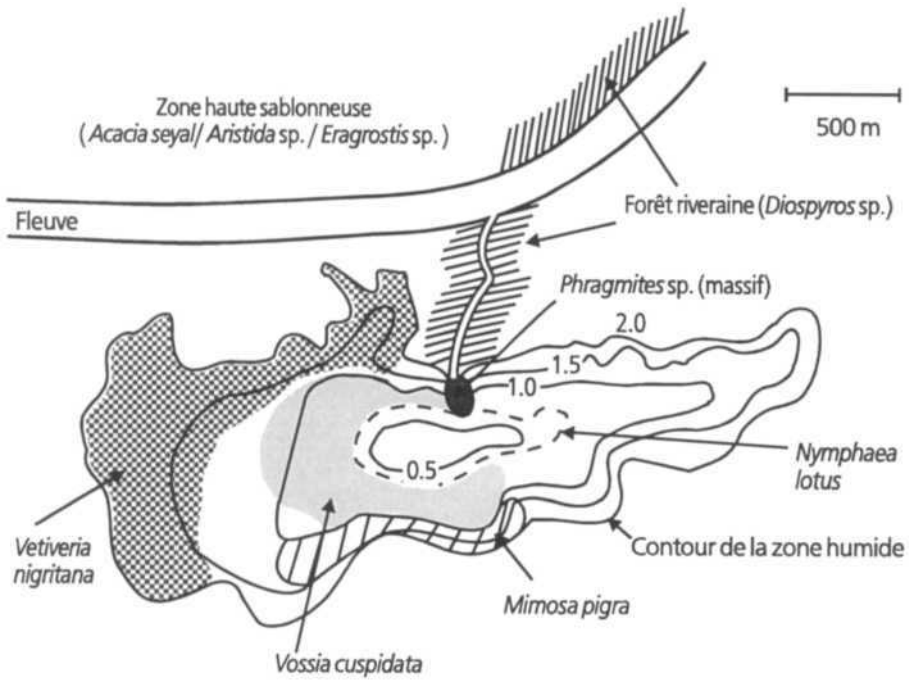


Figure 3.1 Indication des types de végétation sur une carte de base

sur la carte. Dans l'exemple de la Figure 3.1, le complexe à *Vetiveria nigriflora* peut comprendre beaucoup d'autres espèces en petites quantités; celles-ci seront inscrites:

- comme **espèces associées** si on les rencontre régulièrement dans la communauté en question;
- ou comme **espèces occasionnelles**, si elles ne sont que sporadiques⁷ ou rares.

Les caractéristiques végétales particulièrement inhabituelles, par exemple bouquets de *Papyrus*, de *Phragmites* ou d'autres arbres tels qu'*Acacia nilotica*, seront également notées sur la carte.

On utilise volontiers le terme de "**mosaïque**" pour décrire la juxtaposition complexe de plusieurs communautés végétales. Une telle juxtaposition est souvent liée à une topographie ondulante. Ce serait, par exemple, le cas d'une région recelant de nombreuses petites dépressions contenant de l'eau en permanence, où se développent des espèces aquatiques, et autour desquelles prédominerait une végétation de type pluvial dans les zones plus élevées comprises entre les terres arides et le fond des dépressions.

7 **Sporadique**: qui apparaît çà et là, de temps à autre, de manière irrégulière.

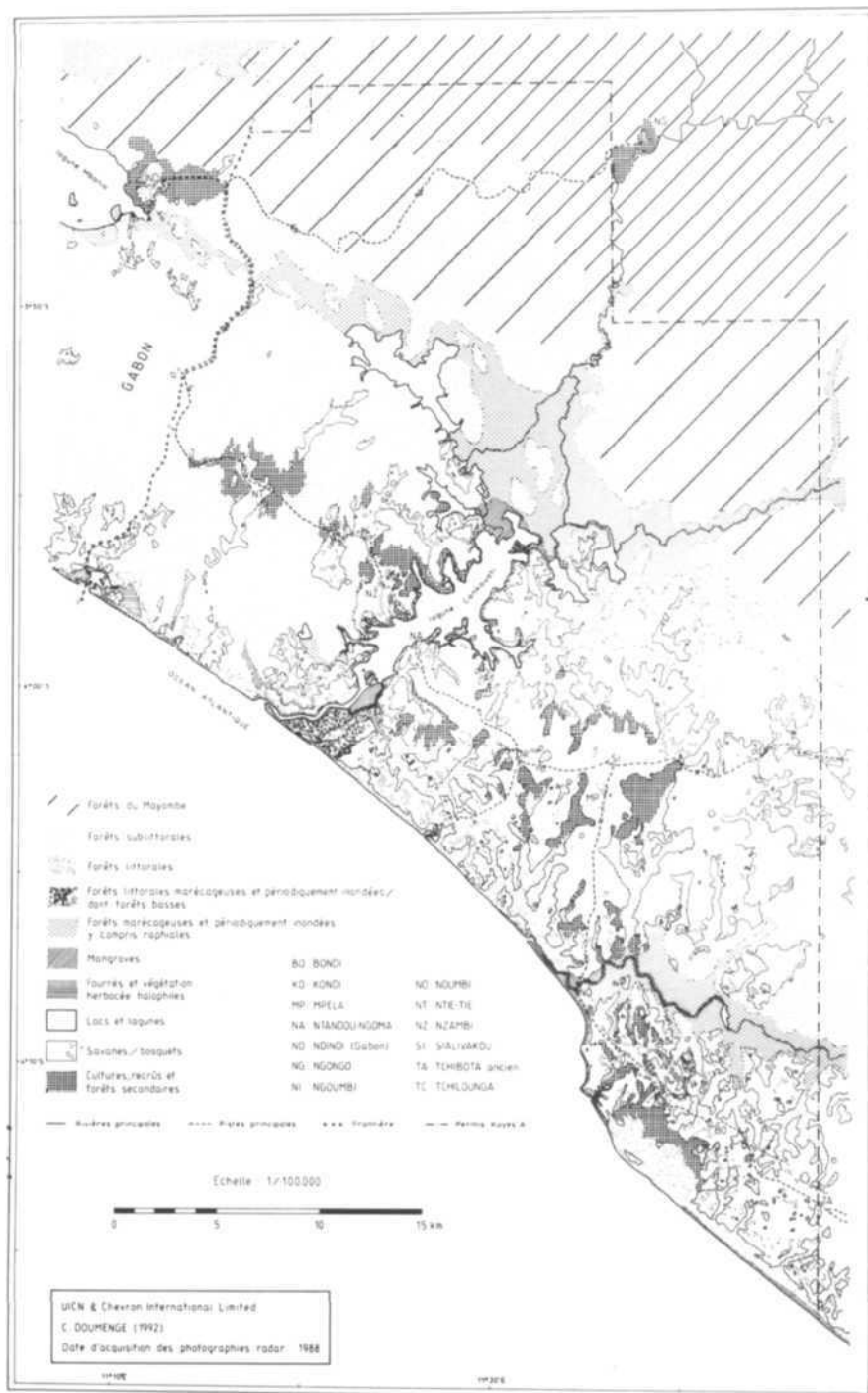


Figure 3.2 Extrait de l'esquisse phytogéographique dressée par l'UICN pour la Réserve de Faune de Conkouati sur le littoral congolais

Analyse de la végétation dans le temps

L'expression surveillance continue implique une analyse dans le temps et, **après avoir effectué une première analyse de la végétation dans l'espace, il faut examiner son évolution en termes de composition, de distribution et de densité des espèces.**

Cette évolution peut être due à l'influence:

- du climat (rôle de la sécheresse par exemple);
- du rythme d'exploitation; ou,
- des mesures de gestion visant, par exemple, à améliorer les biotopes d'espèces que l'on se propose de favoriser (oiseaux d'eau, hippopotames, crocodiles ou autres).

L'établissement de nouvelles cartes de distribution permettra ainsi de définir les caractéristiques globales du changement, indiquant les modifications intervenant entre les communautés et au sein de l'ensemble d'une zone humide.

Ces caractéristiques globales devront être complétées par la **création de plusieurs parcelles d'études ou transects permanents** dans chacun des principaux types d'habitat. Ces parcelles fourniront des renseignements supplémentaires détaillés sur les modifications intervenant entre les espèces au sein d'une communauté végétale. Il importe que les parcelles d'étude permanentes soient relativement vastes (25 m x 25 m), clairement délimitées et que leur position soit enregistrée par rapport à un repère géographique permanent. On peut ainsi suivre, sur plusieurs années, la composition des espèces et la biomasse à l'intérieur d'une seule parcelle et déterminer les causes des changements.

Si la région fait l'objet d'un régime de pâturage contrôlé minimum, on pourra, grâce à une parcelle clôturée (dans laquelle les animaux ne peuvent pas venir brouter) et une parcelle ouverte (pâturable), déterminer les effets du régime de pâturage. Ces études seront obligatoirement menées en collaboration avec des botanistes expérimentés.

3.5 Surveillance continue de la faune

Les zones humides abritent une grande diversité d'espèces animales à différentes époques de l'année. **La surveillance continue de la faune doit permettre de faire le bilan de santé des populations animales, en particulier des populations présentant un intérêt cynégétique .**

En outre, certaines espèces, d'oiseaux notamment, qui ont des besoins écologiques très particuliers et occupent par conséquent des niches étroites, constituent des indicateurs écologiques relativement bons et leur surveillance continue permet également de faire le bilan de santé des écosystèmes qui les abritent.

8 **Cynégétique:** qui se rapporte à la chasse.

Dégager des tendances démographiques par recensements

Principale méthode de surveillance continue de la faune, les recensements réguliers permettent d'évaluer des variations d'abondance, qu'elles soient naturelles ou d'origine humaine. Lorsque des tendances irrégulières sont mises en évidence, elles doivent conduire à un examen plus approfondi pour en déterminer les raisons et en évaluer la gravité, et éventuellement à la mise en place de mesures de gestion pour les corriger. Les recensements ne sont donc pas une fin en soi, mais conduisent à d'autres questions, de nature purement scientifique ou revêtant une importance pratique.

Une stratégie de surveillance continue de la faune doit tenir compte des espèces présentes, de leurs habitudes (quand sont-elles le plus facile à compter?) et des techniques de dénombrement disponibles. S'il est assez évident qu'on choisira une méthode différente pour recenser, par exemple, des éléphants et des canards, il est également vrai qu'on n'adoptera pas nécessairement la même méthode pour compter les hérons et les grues couronnées. Chaque espèce sera recensée régulièrement, à la même période de l'année, en faisant appel à la même méthode et si possible aux mêmes observateurs, afin que les recensements soient comparables d'une année à l'autre et que des tendances puissent être dégagées.

L'examen des changements intervenus dans les populations de deux espèces hypothétiques A et B (Figure 3.3) montre que ces populations ne sont pas en équilibre et il est donc utile de chercher la raison de ces modifications. En effet, ces tendances peuvent se révéler préoccupantes:

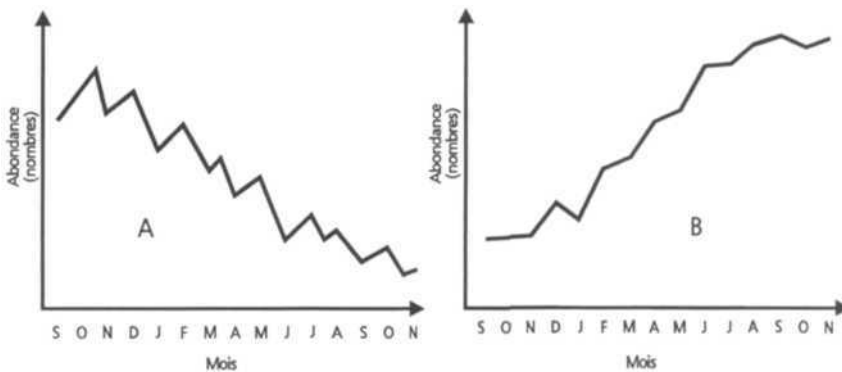


Figure 3.3 Exemples de tendances démographiques

- dans le premier cas (A), parce que l'espèce est vouée à disparaître de la région si l'on ne prend aucune mesure corrective;
- dans le deuxième cas (B), parce que l'augmentation excessive de la taille de la population d'une espèce particulière peut conduire à la disparition d'une autre espèce:
 - par modification des rapports entre espèces, pouvant conduire à une concurrence trop forte; ou,
 - en causant des dommages irréparables à l'habitat dont dépendent d'autres espèces. Des éléphants en nombres excessifs peuvent ainsi détruire totalement des forêts abritant des espèces alimentaires prisées; c'est ce qui a amené certains pays, comme le Zimbabwe ou le Botswana, à recourir à l'abattage sélectif des éléphants pour conserver leurs surfaces boisées.

Des variations rapides de l'effectif d'une population peuvent aussi indiquer des changements importants au niveau de l'habitat, qu'ils soient souhaitables ou non, attribuables à d'autres facteurs.

Notons cependant que les deux tendances indiquées à la Figure 3.3 peuvent aussi s'avérer normales, voire excellentes et souhaitables (par exemple la tendance A pour *Quelea*, responsable de dégâts dans les cultures, et la tendance B pour la Grue couronnée *Balearica pavonina*, qui est une espèce menacée).

Analyser et expliquer les tendances

Une fois les tendances dégagées, il faut donc procéder à d'autres analyses sur le terrain pour répondre à deux questions importantes:

- pourquoi la population de telle espèce animale est-elle en augmentation ou en régression?
- cette évolution est-elle souhaitable?

Les réponses à ces questions aideront à déterminer si des mesures prises au niveau local pourraient aider à renverser une tendance non souhaitable. Dans certains cas, surtout pour les oiseaux migrateurs, les tendances observées peuvent être dues à des modifications ayant eu lieu à des milliers de kilomètres, dans les sites de nidification des régions arctiques ou dans certains pays européens situés sur la voie de migration, et elles ne sauraient donc être influencées par des mesures prises en Afrique. Dans d'autres cas, les changements enregistrés au niveau d'une population peuvent être imputables à des modifications du niveau d'eau, de la végétation ou de l'occupation des sols, paramètres sur lesquels les gestionnaires locaux peuvent exercer une influence pratique.

La Fiche Technique n° 5 décrit de manière détaillée les méthodes de recensement et de surveillance continue des oiseaux d'eau, et on trouvera à la fin de cette fiche un exemplaire des formulaires de comptage proposés par le BIROE. On trouvera en outre des informations sur la surveillance continue et la gestion de la faune dans la Fiche Technique n° 6.



Photo 40 Les recensements réguliers constituent l'élément essentiel de nombreux programmes de surveillance continue de la faune.

Autres méthodes de surveillance continue de la faune

D'autres méthodes permettent d'effectuer une surveillance continue de la faune. Elles sont en général plus complexes et nécessitent fréquemment des analyses biologiques et on les utilisera donc **pour compléter, et non pour remplacer, les recensements.**

On peut citer en exemple les analyses régulières des niveaux de pesticides⁹ dans les oeufs des oiseaux piscivores (pélicans, cormorans, hérons), qui revêtent une certaine importance compte tenu du développement des techniques agricoles intensives aux environs des zones humides. Les pesticides sont en effet absorbés par les invertébrés que consomment les poissons. Comme chaque oiseau mange des centaines de poissons et chaque poisson mange des milliers d'invertébrés, on assiste à une concentration des pesticides dans les oiseaux piscivores qui sont au sommet des réseaux trophiques. Or ces produits peuvent nuire à la santé des oiseaux ou à la fertilité des oeufs.

9 **Pesticide:** substance utilisée contre les parasites animaux et végétaux des cultures.

3.6 Etudes sociales

Nous avons vu que les zones humides sont largement utilisées par les communautés rurales: pêche, pâturages de saison sèche, agriculture, récolte de chaumes, de fruits sauvages et de plantes médicinales, etc...

Toute mesure susceptible d'affecter les modes d'utilisation d'une zone humide par la population locale doit donc être discutée avec les villageois concernés, afin que les raisons ayant motivé cette mesure soient bien comprises.

Pour que ces discussions soient menées par les deux parties concernées en connaissance de cause, il est particulièrement important de disposer de renseignements détaillés sur les modes existants d'utilisation des ressources ainsi que sur les régimes des droits d'accès de la communauté locale et les régimes fonciers.

Dans beaucoup de communautés rurales, les modes d'utilisation traditionnelle, qui remontent à de nombreuses années et même souvent jusqu'à la période précoloniale, sont transmis oralement. Bien que la base juridique de ces activités ait parfois changé depuis l'indépendance, l'utilisation traditionnelle des ressources est souvent reconnue comme un élément légitime du système actuel d'occupation des sols.



Photo 41 Les populations tributaires des zones humides sont des partenaires trop souvent négligés lors de la conception de plans de développement ou lors de l'élaboration de mesures de conservation; il faut au contraire tenir compte de leurs modes d'utilisation des ressources et de leurs besoins au travers d'études sociales rigoureuses.

En Afrique de l'Ouest, les structures sociales des ethnies demeurent importantes et déterminent en grande partie les systèmes d'exploitation des ressources. Les diverses ethnies qui vivent dans les zones humides de la région sont profondément différentes les unes des autres par leur mode d'organisation:

- en allant de la périphérie des déserts vers les zones plus pluvieuses, on rencontre les sociétés Maures, Peul, Ouolof, Sérère, Mandingue, etc..., sociétés qui sont marquées par une division en castes qui aboutit le plus souvent à une partition de la population en deux principaux groupes: d'une part les nobles, d'autre part les anciens esclaves, aujourd' hui qualifiés d'hommes libres, qui se spécialisent dans différents métiers;
- les sociétés Diola, Mandjack, Balante, etc..., qui occupent les zones plus pluvieuses, se distinguent en revanche par leur caractère égalitaire et il n'y a pas de division sociale fondée sur des castes. La seule autorité reconnue dans ces sociétés est le Conseil des Anciens.

Les études sociales sont devenues un outil important en matière de planification et d'analyse du développement rural et il n'est pas rare qu'un questionnaire très complet de type "quantitatif" (pour fournir des informations chiffrées) comporte plus d'une vingtaine de pages de questions. Pour ce qui concerne l'utilisation des ressources des zones humides, une compréhension générale est cependant suffisante, et les données quantitatives ne sont pas essentielles. En revanche **il faudra obtenir des données qualitatives portant sur trois domaines principaux:**

- a) **occupation des sols.** Quels sont les produits recherchés, quand et à quelles fins? (autoconsommation, vente au marché, nourriture uniquement destinée à la consommation en saison sèche ou lors de périodes de disette);
- b) **aspect social.** Qui prélève ces produits, comment la communauté/le village organise-t-elle/il le contrôle de l'accès à ces produits, comment les bénéfices sont-ils distribués au sein de la communauté?
- c) **initiatives existantes et prévues de développement rural.** Ces informations seront recueillies dans les centres administratifs régionaux ou de district.

Une fois les enquêtes sociales de base terminées, on peut entamer des enquêtes plus détaillées sur les revenus et dépenses des ménages individuels. Ce type d'enquête pourra notamment porter sur la richesse économique d'une région et aider à déterminer la contribution apportée par une zone humide et par ses produits à l'économie locale et nationale.

La Fiche Technique n° 7 décrit de manière plus détaillée les méthodes d'enquête et propose deux questionnaires types fournissant un cadre de travail pratique pour les enquêtes sur le terrain.

Chapitre 4

Plans de gestion pour les zones humides protégées

Il est maintenant évident que les zones humides présentent toute une gamme de valeurs naturelles dont tirent profit les communautés locales ou même le pays au plan national. Or, il n'y a dans la nature que peu d'exemples d'environnement totalement stable; toutes les régions naturelles sont dynamiques et peuvent subir d'année en année, ou suivant des cycles plus longs, des modifications pouvant influencer la composition ou l'abondance des espèces (par exemple, en raison d'une pluviosité annuelle variable), ce qui entraîne en fin de compte des changements dans les valeurs de l'écosystème. Par sa maîtrise technologique, l'homme peut accélérer ces changements, notamment lorsqu'il entreprend des grands travaux.

Dans certains cas, lorsqu'ils sont dus à des modifications climatiques ou à d'autres facteurs naturels, ces changements sont inéluctables. Dans d'autres cas, **de la même manière qu'il peut être à l'origine de changements, l'homme peut instaurer des mesures correctives, c'est-à-dire gérer l'écosystème.** Compte tenu de l'importance des forces en faveur d'un changement, il sera nécessaire de recourir à des mesures de gestion pour préserver certaines caractéristiques de l'environnement, en particulier l'ensemble des valeurs mises en évidence dans le chapitre 2.

C est pour faciliter l'application de ces mesures de gestion que **la Stratégie mondiale de conservation (1980) a recommandé qu'un éventail complet d'écosystèmes représentatifs soit protégé dans chaque pays afin de préserver la variabilité de la nature.** Cette recommandation a été renouvelée dans *Sauver la Planète - Stratégie pour l'Avenir de la Vie* (1991), le document qui fait suite à la *Stratégie mondiale de conservation* et qui la développe. L'aménagement et l'entretien d'un réseau complet d'aires protégées y sont préconisés afin de préserver la diversité biologique et, d'une manière plus générale, la vitalité et la diversité de la Terre. Un réseau d'aires protégées constitue en effet la base de tout programme mis en place pour maintenir la diversité des écosystèmes, des espèces et des ressources génétiques, et pour protéger des étendues de nature pour leurs valeurs propres, récréatives et spirituelles.

Si la gestion des ressources naturelles ne doit bien évidemment pas se limiter aux aires protégées, il faut reconnaître que le statut d'aire protégée donne au gestionnaire davantage de moyens de contrôle. En outre, les mesures de gestion sont d'autant plus nécessaires que les aires protégées sont généralement petites, isolées et trop affectées par l'homme pour pouvoir rester dans leur état d'origine si on laisse simplement faire la nature.

Gérer les ressources naturelles dans les aires protégées suppose donc que l'on "dirige" l'écosystème, ce qui exige:

- de connaître l'écosystème, c'est-à-dire ses valeurs et les processus écologiques essentiels;
- d'être conscient des changements qui interviennent, d'où l'importance de la surveillance continue;
- de connaître l'origine de ces changements;
- de savoir quelles mesures peuvent être prises pour y remédier;
- de s'être fixé des objectifs de gestion, ce qui est essentiel lorsqu'on envisage de "diriger" une aire protégée créée pour pérenniser des valeurs bien spécifiques.

Catégories d'aires protégées et objectifs correspondants

Le rôle clé des aires protégées est toujours de préserver les valeurs des écosystèmes naturels pour les générations à venir, mais on peut cependant leur assigner de nombreux objectifs qui ne sont pas toujours parfaitement compatibles. C est pourquoi on a créé, dès 1978, tout un ensemble de catégories d'aires protégées différentes, chacune ayant des objectifs bien précis (voir Tableau 4.1).

Du fait de l'évolution des connaissances et de l'expérience accumulée en matière de gestion d'aires protégées, la Commission des parcs nationaux et des aires protégées de l'UICN procède actuellement à une révision du système de catégories de 1978 en se fondant sur le principe selon lequel les catégories devraient être définies par l'objectif majeur de gestion. Le système lui-même n'a en fait été mis au point que pour faciliter les communications et l'information et les dénominations employées dans chaque pays resteront variables.

Le nouveau système comportera six catégories d'aires protégées:

- I Réserve naturelle intégrale / Zone de nature sauvage.** Aires strictement protégées et gérées soit à des fins scientifiques, soit à des fins de protection de la nature sauvage (correspond à la catégorie I du système de 1978);
- II Parc national.** Aires gérées essentiellement à des fins de conservation des écosystèmes et d'activités récréatives (correspond à la catégorie II du système de 1978);
- III Monument naturel.** Aires gérées essentiellement pour préserver des éléments naturels spécifiques (correspond à la catégorie III du système de 1978);
- IV Aires de gestion des habitats/espèces.** Aires gérées essentiellement pour la conservation par l'application de mesures actives (correspond à la catégorie IV du système de 1978);
- V Paysage terrestre/marin protégé.** Aires gérées essentiellement à des fins de conservation des paysages terrestres et marins et d'activités récréatives (correspond à la catégorie V du système de 1978);
- VI Zone de gestion des ressources naturelles.** Aires gérées essentiellement pour garantir l'utilisation durable des écosystèmes naturels (bien que ne correspondant pas directement à une catégorie du système de 1978, cette catégorie réunira probablement des aires jusqu'à présent classées dans les catégories VI, VII et VIII).

Tableau 4.1 Catégories internationales d'aires protégées et objectifs correspondants - Système de 1978 (Source: adapté de UICN, 1978a; MacKinnon J. *et al.*, 1990)

	Réserve intégrale	Parc national	Monument/ Élément marquant	Réserve gérée	Paysage terrestre/ marin protégé	Réserve de ressources	Réserve anthropologique	Aire à utilisation multiple	Réserve de la biosphère	Bien du patrimoine mondial
Objectifs de Conservation	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Maintenir des exemples d'écosystèmes à l'état naturel	1	1	1	1	2	3	1	2	1	1
Maintenir la diversité écologique et l'équilibre de milieu naturel	3	1	1	2	2	2	1	2	1	1
Conserver les ressources génétiques	1	1	1	1	2	3	1	3	1	1
Assurer l'éducation, la recherche et la surveillance continue de l'environnement	1	2	1	1	2	3	2	2	1	1
Conserver le bassin versant	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
Juguler l'érosion, la sédimentation; protéger les investissements en aval	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Produire des protéines et produits animaux (faune); autoriser chasse et pêche sportives	-	-	2		3	3	3	1	3	1
Services récréatifs et touristiques	-	1	2	3	1	-	3	1	3	1
Produire bois, fourrage ou produits marins de façon durable	-	-	-	3	2	-	3	1	3	
Protéger sites et monuments naturels, historiques et archéologiques	-	1	3	-	1	3	1	3	2	1
Protéger la beauté des paysages	3	1	2	2	1	-	-	3	2	1
Préserver des options; gérer de façon souple; permettre l'utilisation multiple	-	-	-	-	3	-	-	3	2	1
Encourager l'utilisation rationnelle et durable de terres marginales et le développement rural	2	1	2	2	1	3	2	1	2	2

- 1 Objectif premier de la gestion des aires et ressources
- 2 Objectif pas nécessairement premier mais toujours considéré comme important
- 3 Inclus parmi les objectifs lorsque c'est possible et que les ressources et les autres objectifs de gestion le permettent

Les **Réserves de la Biosphère** et les **Biens du Patrimoine Mondial** (catégories IX et X du système de 1978) sont en fait des désignations internationales affectées en pratique à des aires protégées classées dans chaque pays sous d'autres catégories et ne constitueront plus des catégories en elles-mêmes.

Gestion des aires protégées

Pour qu'une aire protégée remplisse son rôle, outre un cadre légal, politique et administratif adéquat, il faut que les objectifs du plan de gestion et les activités de suivi visent à maintenir les valeurs qui ont motivé le classement de la zone en aire protégée. Il importe également de s'adjoindre une participation et une coopération aussi large que possible en matière de gestion:

- autres services administratifs (agriculture, forêts, travaux publics, service des eaux, police, militaires, etc...): il faut à cet égard avertir les administrations des rôles de l'aire protégée aux plans hydrologique, social et économique qui font qu' elle mérite d'apparaître dans le programme de développement de la région;
- autorités locales: il est en effet primordial d'éviter les conflits entre le gouvernement central (à qui incombe généralement la responsabilité des aires protégées) et les gouvernements des états ou autorités des provinces où sont situées les aires protégées;
- universités, institutions scientifiques et autres spécialistes indépendants;
- communautés locales: il faut les informer régulièrement des bénéfices que l'aire protégée peut leur procurer et les persuader de la nécessité de leur coopération pour que ces bénéfices se concrétisent.

Sélection des sites pour les aires protégées

La sélection des sites destinés à devenir des aires protégées est un processus complexe qui établit leur importance au niveau national bien sûr, mais aussi international (rôle des aires protégées constituant des étapes pour les espèces migratrices par exemple).

Les considérations sur la génétique et l'écologie des espèces sont évidemment très importantes et il s'agit de savoir si le site concerné compte des exemples intéressants et intacts d'un biotope particulier, s'il est unique de par sa valeur écologique exceptionnelle, et si son classement pourrait permettre de protéger des populations isolées de plantes ou d'animaux sauvages vouées à l'extinction en l'absence d'une telle mesure.

Ainsi, le maintien de la diversité biologique est toujours un objectif important de l'établissement des aires protégées; d'autres considérations, d'ordre hydrologique notamment pour les zones humides, mais aussi touristique, géographique, sociologique et politique, doivent cependant également être prises en compte. Il est ainsi essentiel que les objectifs d'une aire protégée soient compatibles avec les besoins et buts nationaux, locaux et/ou privés.

Un pays désigne donc généralement une gamme d'aires protégées couvrant une part représentative des différentes conditions climatiques et écologiques nationales.

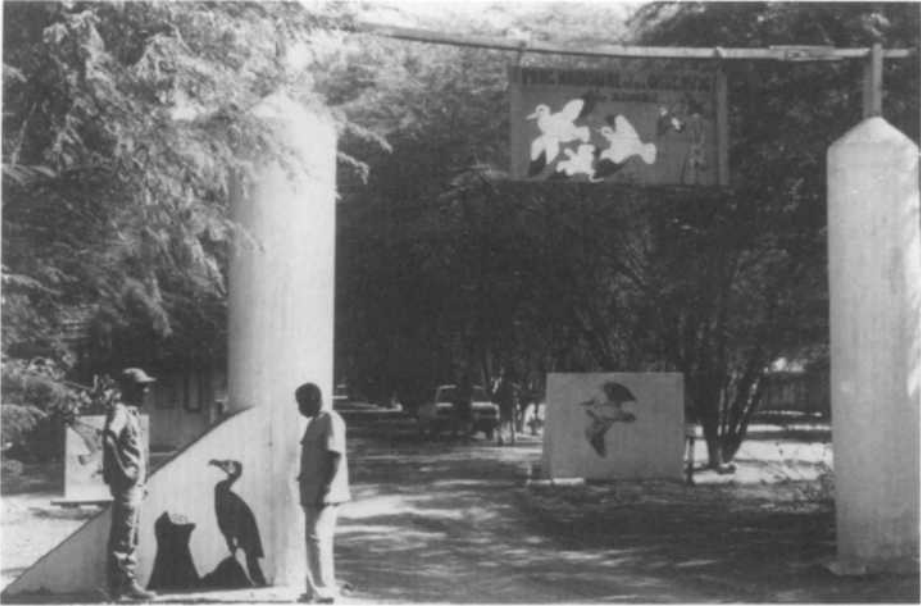


Photo 42 Beaucoup de zones humides ont été protégées pour sauvegarder des espèces sauvages menacées. Il est toutefois rare qu'on ait cherché à protéger les zones humides simplement pour assurer le maintien de leurs fonctions hydrologiques.

La création d'un réseau d'aires protégées doit être justifiée du point de vue écologique de manière à ce que chaque aire protégée préserve un certain nombre de valeurs essentielles établies dès le début par les spécialistes gestionnaires (services des parcs nationaux) en coopération avec les différentes administrations appropriées (comme le service des eaux et forêts, les ministères de l'environnement, du plan, etc.). Les écosystèmes ne connaissant pas les frontières administratives, il faudra, dans la mesure du possible, entreprendre des efforts internationaux afin de garantir cette représentativité au niveau régional.

Zones humides protégées

La plupart des zones humides d'Afrique de l'Ouest n'ont aujourd'hui pas de statut spécial et ne sont soumises à aucune législation particulière. Elles ne bénéficient donc ni de plans de gestion ni des connaissances d'un personnel compétent. Quelques-unes d'entre elles ont cependant été classées comme aires protégées pour préserver la diversité biologique (en particulier en matière d'oiseaux d'eau et de poissons) ou certaines espèces rares en danger d'extinction. Le réseau de zones humides protégées d'Afrique de l'Ouest constitue maintenant un atout important pour maintenir la richesse naturelle des nations et, en termes stratégiques, pour conserver un réservoir génétique d'espèces sauvages susceptibles de servir aux générations futures.

De nombreux parcs nationaux ouest-africains incluent des zones humides, mais il faut noter que certains sites ont été protégés dans le seul but de conserver des ressources aquatiques; il s'agit notamment des parcs nationaux des oiseaux du Djoudj et du delta du Saloum (Sénégal), du Parc national d'Azagny (Côte d'Ivoire), des Parcs nationaux du Banc d'Arguin et du Diawling (Mauritanie) ou encore de la Réserve de la Biosphère du Lac Fitri (Tchad).

4.1 Etablissement d'un plan de gestion

La gestion des ressources naturelles ne doit pas s'improviser mais, au contraire, elle doit s'inscrire dans le cadre d'un véritable plan de gestion qui doit être un des éléments primordiaux de toute aire protégée. Le plan de gestion doit décrire:

- l'écologie de base de l'aire protégée, y compris un inventaire de la flore et de la faune. Les rubriques établies par la base de données pour la Convention de Ramsar (voir le Tableau 4.1) donnent une idée du minimum requis;
- les valeurs essentielles et/ou originales de l'aire protégée, sur la base de ce qui précède;
- les objectifs de gestion en ce qui concerne les valeurs décrites ci-avant;
- des propositions actives de gestion;
- la procédure par laquelle les valeurs seront surveillées et la gestion évaluée;
- les possibilités touristiques et d'éducation écologique offertes par l'aire protégée;
- les relations entre l'aire protégée et les communautés locales situées à la périphérie;
- un programme de sensibilisation pour les populations voisines de l'aire protégée;
- le rôle joué par l'aire protégée dans le plan régional de développement;
- la législation ou les accords avec d'autres ministères ayant trait à l'aire protégée;
- le budget et les mécanismes de financement de l'aire protégée ainsi que son personnel.

Certains de ces chapitres peuvent être subdivisés en "activités en cours" et "activités proposées".

Véritable document technique, **le plan de gestion doit** être dûment pris en considération dans l'établissement de l'emploi du temps du personnel et **constituer le cadre de référence de base des activités de l'ensemble du personnel de l'aire protégée. C'est également un document politique qui garantit la continuité à long terme de la gestion de l'aire protégée**, même s'il y a de fréquents changements de personnel ou de direction.

En outre, **un plan de gestion** ne doit pas être considéré comme un exercice unique, car **il doit être continuellement révisé et mis à jour** en tenant compte des résultats du programme de surveillance continue (Figure 4.1).

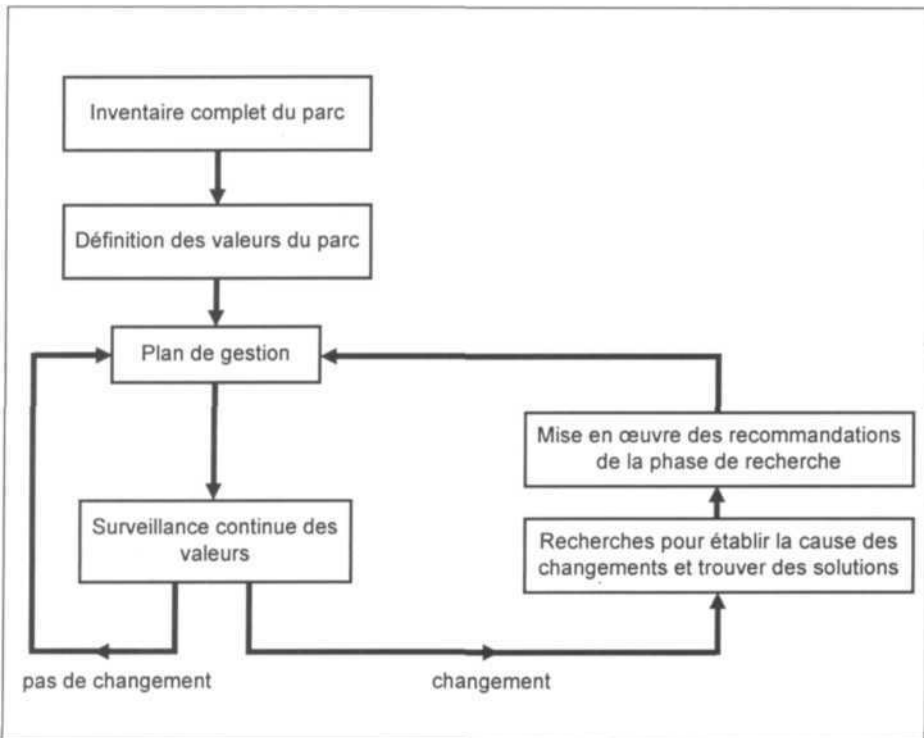


Figure 4.1 Les différentes étapes de la gestion d'une aire protégée

Les valeurs du parc doivent ainsi faire l'objet d'une surveillance continue annuelle et l'ampleur de tout changement doit pouvoir être estimée.

Des recherches plus approfondies peuvent alors être entreprises dans le but, non seulement de préciser les tendances mises en relief par la procédure générale de surveillance, mais aussi d'étudier les implications à long terme de ces changements, qu'ils puissent ou non être renversés ou ralentis. Des mesures de gestion active sont ensuite mises en place sur la base des résultats de ces recherches.

Il faut être conscient de l'**extrême complexité des écosystèmes** et des liens entre leurs différentes composantes, qui sont souvent plus confus qu'il n'y paraît à première vue. C'est la raison pour laquelle il ne faut mettre en place des mesures de gestion active qu'une fois que l'on a bien compris le système dans sa globalité, généralement après avoir procédé à une **expérimentation sur de petites parcelles soumises à un suivi** qui permet d'en évaluer les conséquences. Si ces expériences se révèlent positives, elles peuvent être reprises à une plus grande échelle.

Ce processus d'élaboration et de mise en oeuvre d'un plan de gestion est décrit de manière plus détaillée dans l'ouvrage intitulé *Aménagement et gestion des aires protégées tropicales* publié par l'UICN (1990).

Tableau 4.2 Chapitres et rubriques indispensables à tout plan de gestion

Ière Partie	Description de l'aire protégée
Chapitre 1	Informations générales <ul style="list-style-type: none"> - Emplacement
Chapitre 2	Ressources naturelles et populations <ul style="list-style-type: none"> - Description physique <ul style="list-style-type: none"> - climat - hydrologie - Description biologique des écosystèmes naturels <ul style="list-style-type: none"> - végétation - faune - Population humaine <ul style="list-style-type: none"> - abondance et répartition - Description culturelle <ul style="list-style-type: none"> - régime foncier
Chapitre 3	Développement économique <ul style="list-style-type: none"> - Activités <ul style="list-style-type: none"> - systèmes agricoles - systèmes pastoralistes - pêche - tourisme
Ile Partie	Objectifs du plan de gestion
Chapitre 4	Justification de l'établissement de l'aire protégée
Chapitre 5	Evaluation de l'importance des ressources et du potentiel de la région
Chapitre 6	Objectifs du plan de gestion <ul style="list-style-type: none"> - objectifs à long terme - objectifs à court terme - objectifs subsidiaires
Chapitre 7	Objectifs de gestion spécifiques
Ile Partie	Facteurs influençant les mesures de gestion possibles
Chapitre 8	Examen général des contraintes
Ive Partie	Recommandations
Chapitre 9	Calendrier des mesures de gestion prioritaires
Chapitre 10	Mesures de gestion <ul style="list-style-type: none"> - législation et application - gestion des ressources - surveillance continue de l'écosystème - recherche scientifique - formation - sensibilisation et éducation - surveillance de la mise en oeuvre du plan - évaluation et mise à jour du plan
Chapitre 11	Budget disponible pour la gestion
Chapitre 12	Calendrier de mise en oeuvre <ul style="list-style-type: none"> - Ière Phase: 3 ans - Ile Phase: au-delà
Chapitre 13	Cartes résumées <ul style="list-style-type: none"> - limites, zones et sites protégés actuels - occupation actuelle des sols

Rubriques essentielles d'un plan de gestion

Certains plans de gestion peuvent être extrêmement détaillés en structure et en contenu. Toutefois, il arrive fréquemment que des renseignements ne soient pas facilement disponibles ou que certains sujets ne concernent pas directement les problèmes d'une aire protégée particulière, et il importe de définir les renseignements qui sont indispensables. Il s'agit en particulier:

- de la description générale de l'aire protégée;
- des valeurs naturelles de l'aire protégée;
- des activités de la population riveraine;
- des objectifs du plan de gestion;
- de la mise en oeuvre et du suivi du plan de gestion.

On trouvera au Tableau 4.2 une liste des rubriques qui devraient faire partie de tout plan de gestion. Celui-ci pourra être complété par une discussion des contraintes liées à sa mise en oeuvre.

4.2 Techniques de gestion

Comme nous l'avons vu, l'écologie des zones humides dépend largement des fluctuations du niveau et de la qualité de l'eau. Ces deux facteurs influencent la distribution de la végétation et de l'eau et, de ce fait, les habitats disponibles pour d'autres espèces.

Trois techniques de base permettent de gérer les zones humides protégées:

- la maîtrise des niveaux d'eau;
- le pâturage contrôlé; et,
- l'usage du feu.

La maîtrise des niveaux d'eau

Les gestionnaires d'aires protégées qui peuvent contrôler parfaitement les niveaux d'eau et, par conséquent, la distribution et la profondeur de l'eau, ont les moyens d'intervenir en faveur de biotopes particuliers. C est le cas par exemple dans le Parc national des Oiseaux du Djoudj (Sénégal), où les niveaux d'eau sont contrôlés grâce à deux vannes principales (ouvrages du Crocodile et du Djoudj).

Cette situation est cependant relativement rare en Afrique de l'Ouest; bien que certains réseaux fluviaux soient aménagés avec des barrages et des réservoirs sur leur cours supérieur, permettant un contrôle partiel du débit des eaux, ces ouvrages sont plutôt gérés au profit des installations hydroélectriques ou des systèmes d'irrigation que pour influencer sur l'écologie des zones humides naturelles. Il serait certainement utile que la gestion de ces structures tienne davantage compte des intérêts des utilisateurs de l'eau habitant en aval.

Tableau 4.3 Certains effets des herbivores domestiques sur 5 processus écologiques
(Source: Ovington, 1984 in MacKinnon, J. *et al.*, 1990)

Processus écologique	Effets
Succession naturelle	<ul style="list-style-type: none"> - modification de la succession naturelle par le piétinement et le pâturage sélectif conduisant à la dominance d'espèces non comestibles - invasion d'espèces exogènes non désirées et d'espèces exotiques - diminution du nombre d'arbres, buissons et espèces pérennes comestibles et expansion des herbages, notamment d'espèces annuelles - compétition accrue avec les herbivores indigènes - production de bouses et d'urine rendant la végétation inacceptable pour les espèces indigènes - perturbation des espèces animales indigènes par les herbivores domestiques
Production et décomposition organique	<ul style="list-style-type: none"> - production primaire détournée vers le niveau du sol avec disparition des arbres et arbustes - réduction de la biomasse totale et peut-être de la capture d'énergie - diminution de la biomasse des animaux indigènes - le processus de décomposition naturel est mis en échec par le cycle des herbivores - une part plus importante de la production primaire va aux grands herbivores - absorption accrue d'herbage entraînant une diminution de la litière et un taux de décomposition plus faible
Circulation des matières nutritives	<ul style="list-style-type: none"> - réduction du réservoir de matières nutritives, la végétation contenant moins de matières nutritives - redistribution locale et inégale des matières nutritives selon la distribution des fèces et de l'urine - taux accru de circulation des matières nutritives - remplacement du cycle lent à travers les organismes du sol par des cycles plante/animal plus rapides - étapes initiales de décomposition effectuées dans l'intestin des herbivores - perte du capital de matières nutritives avec l'enlèvement des produits animaux (viande, lait, peaux)
Circulation de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> - accroissement du ruissellement de surface - réduction de l'interception et de la transpiration - assèchement des couches supérieures du sol - accroissement de l'évaporation dans la couche supérieure du sol en raison de la perte de la couverture végétale
Développement du sol	<ul style="list-style-type: none"> - surpâturage localisé entraînant l'érosion du sol - exposition accrue du sol, notamment là où les animaux se rassemblent - salinité accrue avec la disparition des arbres et buissons - compactage accru du sol dû au piétinement

Le pâturage contrôlé

Le pâturage contrôlé (bovins ou chevaux) peut permettre de réduire la densité de la végétation et/ou de changer la composition des espèces. Il est possible d'améliorer par cette méthode les habitats pour les oiseaux d'eau, surtout pour les canards et les limicoles.

Le fumier améliore également les caractéristiques des sols, car il permet de fertiliser l'eau durant le cycle de crue suivant et il fournit des habitats à de nombreuses espèces d'invertébrés (scarabées et mouches, lorsque le fumier est sec, larves et vers lorsqu' il est humide). Les insectes sont aussi attirés par le bétail lui-même; ils attirent à leur tour les oiseaux insectivores qui se nourrissent aussi d'insectes déplacés par le passage du bétail.

La présence contrôlée (Tableau 4.3) d'herbivores dans un système de zones humides, qu'ils soient domestiqués ou sauvages, est donc un facteur très positif qui comporte de nombreux avantages pour l'écologie du système. Ces animaux constituent un des maillons de la chaîne de recyclage de la végétation dans le milieu aquatique.

Les effets du pâturage contrôlé seront surveillés par la méthode des parcelles permanentes, décrite à la section 3.4. Ils pourront être jugés positifs ou négatifs selon l'objectif de gestion, ce qui illustre une fois de plus le fait qu'il ne faut utiliser une technique de gestion qu' une fois les objectifs clairement définis.

En tout état de cause, **la littérature produite par les responsables de l'aire protégée devrait expliquer le raisonnement pratique et écologique à la base d'une politique de pâturage contrôlé**, afin d'éviter toute confusion dans l'esprit des visiteurs ou des fonctionnaires de l'administration centrale.

Le feu

Le feu peut également constituer un outil très utile pour éliminer les herbes sèches durant la saison sèche. Cependant, certaines espèces herbacées résistent au feu et repoussent l'année suivante, parfois même plus vigoureusement. C'est pourquoi le recours au feu pour favoriser des changements permanents de la végétation n'est pas toujours couronné de succès et ne doit donc pas faire l'objet d'un usage systématique.

Il sera utile de faire de petites expériences dans des conditions aussi calmes que possibles avant d'élargir la technique à des zones plus étendues. En effet, l'impact du feu (Tableau 4.4) varie suivant la saison:

- les feux précoces (lorsque la végétation est encore semi-verte et le sol légèrement humide) sont les plus inoffensifs;
- les feux tardifs, lorsque la plus grande partie de la végétation et des sols sont très secs, peuvent avoir un effet très destructeur et devenir rapidement incontrôlables.

Le feu est donc un outil de gestion à double tranchant qu'il faut manier avec beaucoup de précautions.

Tableau 4.4 Certains effets de la pratique du feu sur 5 processus écologiques (Source: Ovington, 1984 in MacKinnon, J. *et al.*, 1990)

Processus écologique	Effets
Succession naturelle	<ul style="list-style-type: none"> - succession naturelle et évolution de l'écosystème raccourcies - la structure de la végétation reflète la structure du brûlage, la mosaïque contient différentes étapes de la succession - création de zones dénudées qui facilitent l'invasion d'espèces exotiques et non désirables - rupture locale de l'équilibre écologique entre les espèces - réduction progressive de la diversité des espèces en fonction de la tolérance au feu - uniformité croissante et progressive avec moins d'écosystèmes et de niches spécialisées - migration et concentration d'herbivores dans les zones où il y a explosion de nouvelles plantes nutritives
Production et décomposition organique	<ul style="list-style-type: none"> - perte de biomasse - production primaire et capture d'énergie réduites en raison de la disparition des feuilles - déplacement de la photosynthèse vers les tiges - réduction du flux de décomposition de la matière organique
Circulation des matières nutritives	<ul style="list-style-type: none"> - perte d'éléments dans les cendres soufflées par le vent, la fumée et la volatilisation - réduction et simplification du cycle des matières nutritives - rétention réduite du capital de matières nutritives dans la matière organique - importance réduite des couches de litière en décomposition - perte accrue d'éléments par ruissellement de surface et lessivage - modification du taux de fixation de l'azote
Circulation de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> - réduction de l'interception des précipitations - augmentation de l'infiltration de l'eau de pluie - réduction de la transpiration - accroissement du ruissellement de surface - réduction de l'humidité dans les couches supérieures du sol à cause d'une évaporation accrue - accroissement de l'humidité du sol et élévation de la nappe phréatique - augmentation de l'écoulement de l'eau
Formation du sol	<ul style="list-style-type: none"> - augmentation de l'érosion avec régression de la couverture végétale - réduction de la décomposition par les acides organiques et perte de matière organique - formation d'une couche superficielle riche en bases - augmentation du pH de la couche superficielle affectant les micro-organismes (par ex. bactéries nitrifiantes) - le sol chargé de charbon de bois devient foncé et la disparition de la végétation entraîne une hausse de la température - mort et décomposition des racines des plantes - perte accrue de matière nutritive par lessivage - déclin progressif possible à long terme du capital de nutriments dans le sol - accroissement de la salinité avec la disparition des arbres et l'élévation de la nappe phréatique



Photo 43 Couramment utilisés par les agriculteurs pour préparer les terres aux cultures, les feux de brousse sont cependant à manier avec précaution lorsqu'il s'agit de gérer la végétation des aires protégées.

4.3 Aires protégées et développement rural

Généralement, les terrains des parcs nationaux et autres aires protégées étaient autrefois exploités par les communautés locales qui y trouvaient nombre de produits alimentaires (productions forestière et agricole, poisson, viande de gibier, fourrages pour l'élevage, etc...) et autres. Par le passé, le classement en tant qu'aires protégées s'est généralement accompagné de l'exclusion de toute activité humaine, y compris des activités traditionnelles menées par les villageois, sans tenir compte de l'impact réel de ces activités sur les ressources naturelles. Cette mesure était alors considérée comme propre à résoudre le problème de la conservation.

Les aires protégées se heurtent aujourd'hui à un autre problème: des villages se concentrent à leur périphérie et les incursions illégales deviennent de plus en plus difficiles à contrôler. Il en résulte que les rapports entre la population locale et l'administration des aires protégées se dégradent souvent, devenant parfois franchement hostiles.

Les administrateurs des parcs doivent maintenant décider:

- s'il convient toujours d'exclure ces gens des aires protégées et des activités commerciales associées; ou,
- si un accès limité, pour mener certaines activités, ne devrait pas être autorisé.

En effet, malgré leur statut spécial, les parcs nationaux et autres aires protégées font en pratique toujours partie des régions administratives et géographiques dans lesquelles ils se trouvent, et ils devraient donc être intégrés au programme de développement rural durable pour leurs régions et leurs populations. **Les aires protégées doivent aujourd'hui être considérées comme un élément de la planification du développement, et non pas comme un obstacle au développement local.** C'est cette dernière image, fort négative, qui a longtemps prévalu, ce qui a souvent conduit à une certaine mésentente entre les responsables du développement et ceux chargés de la conservation des ressources naturelles.

Or, de nombreuses aires protégées offrent de réelles possibilités de développement et il est possible d'en autoriser l'accès aux riverains et d'y encourager une exploitation durable, tant que cela n'entre pas en conflit avec les valeurs déclarées de l'aire protégée et ne risque pas d'entraîner des exigences inacceptables (comme par exemple la culture de parcelles à l'intérieur de l'aire protégée) de leur part.

Des efforts particuliers doivent aussi être déployés pour garantir aux habitants des villages locaux des possibilités d'emploi préférentielles. L'établissement de petits centres d'artisanat liés au tourisme, ou l'encouragement par l'administration de l'aire protégée d'initiatives de développement locales peuvent également aider à maintenir des relations constructives avec les villages avoisinants.

Certains pays, notamment en Afrique de l'Est, ont été plus loin encore et envisagent des moyens d'utiliser une partie de l'argent issu des droits d'entrée dans les parcs (qui vont normalement directement au gouvernement central) pour soutenir des initiatives de développement au niveau des communautés locales. On peut également envisager d'assurer ainsi des services sociaux (routes, services sanitaires, etc...), d'entreprendre des programmes d'aide à l'amélioration de l'agriculture et de l'élevage ou d'offrir des facilités de prêts et de crédits aux agriculteurs individuels. Cela aide à démontrer que la présence d'une aire protégée peut constituer un atout pour le développement local, et non pas une contrainte comme on le croit encore trop souvent.

Faire bénéficier les populations locales de la présence d'une aire protégée est une première étape indispensable pour garantir leur appui et leur respect, mais il est en outre essentiel d'intégrer ces communautés au processus de gestion des aires protégées afin de les responsabiliser et de s'adjoindre une participation active aux efforts de conservation. Il doit s'agir d'un dialogue et il faut donc d'une part faire comprendre aux populations locales les avantages qu'elles pourront retirer des aires protégées et de la conservation des ressources naturelles mais d'autre part être attentif à leurs besoins et à leurs doléances (préjudices causés par la faune sauvage aux récoltes ou au bétail par exemple).

Les gestionnaires des aires protégées se trouveront de plus en plus isolés si les barrières qui les séparent parfois des communautés locales sont maintenues ou renforcées. Le degré de collaboration possible est en partie déterminé par la législation en place, et des changements devront parfois être apportés à cette dernière avant que les aires protégées ne soient pleinement intégrées à la politique de développement.

Connaissance de l'environnement par la carte topographique

L'utilisation judicieuse d'une carte topographique permet de connaître rapidement l'environnement en vue de son aménagement et de son utilisation rationnelle.

Avant de chercher à analyser une carte, il faut pouvoir définir de quelle carte il s'agit et comprendre les diverses conventions utilisées pour représenter l'environnement.

1 Définition de la carte

Il faut avant tout noter les éléments qui définissent **une** carte. **Il** s'agit:

- **du nom de la carte.** Chaque carte topographique représente une portion d'espace à laquelle on donne le nom de la localité ou de la ville la plus importante au plan administratif (exemple: la carte de St Louis, la carte de Bamako, la carte de Labé, etc...).
- **des coordonnées géographiques.** Elles sont données aux 4 coins de la carte et indiquent la latitude et la longitude¹ de chacun des coins.
- **de l'échelle des longueurs de la carte.** L'échelle est le rapport entre les longueurs réelles sur le terrain et leur représentation sur la carte. Elle est donnée sur la carte avec toujours l'unité 1 au numérateur. Ainsi:
 - Une échelle 1/50.000 veut dire que 1 cm sur la carte représente 50.000 cm dans la réalité, soit 500 m ou 0,5 km.
 - Une échelle 1/200.000 veut dire que 1 cm sur la carte représente 200.000 cm dans la réalité, soit 2.000 m ou 2 km.

Plus le dénominateur (le nombre de droite de l'échelle) est petit, plus la carte est précise; inversement, lorsque le dénominateur est grand, la carte couvre une grande surface et elle est donc moins précise. L'échelle détermine donc la taille réelle minimale des informations représentées (sur une carte au 1/50.000 on pourra par exemple observer, quand elles existent, les limites des parcelles cultivées, qu'il n'est pas possible de représenter sur une carte au 1/200.000). On parlera:

¹ **Longitude:** donnée mesurant en degrés la distance d'un point de la terre à une ligne imaginaire rejoignant le pôle nord au pôle sud et passant par Londres (Royaume-Uni), Gao (Mali) et Accra (Ghana). On parle de longitude est et ouest.

- de "carte à grande échelle" lorsque l'échelle est supérieure ou égale à 1/25.000;
- de "carte à échelle moyenne" lorsqu'elle est comprise entre 1/25.000 et 1/100.000; et,
- de "carte à petite échelle" lorsqu'elle est comprise entre 1/100.000 et 1/1.000.000.

2 Compréhension de la carte

Les diverses conventions utilisées pour représenter la réalité sur la carte sont expliquées dans la légende qui doit toujours figurer sur un (ou plusieurs) bord(s) de la carte. Les plus importantes sont expliquées ci-dessous.

Relief

Les altitudes, qui sont toujours exprimées en mètres, et le relief sont représentés de deux façons:

- par des courbes de niveau d'égale altitude. Il s'agit de lignes qui parcourent la carte en passant par tous les endroits de même altitude. On peut observer **trois sortes de courbes de niveau**, toutes de couleur bistre ou marron:
 - **les courbes maîtresses:** elles sont de couleur plus marquée et portent l'indication de l'altitude (par rapport au niveau de la mer, exemple: 200, 250, 300, etc...). La différence d'altitude entre deux courbes maîtresses est toujours la même sur toute la carte;
 - **les courbes secondaires:** elles s'intercalent entre deux courbes maîtresses et se remarquent par leur couleur moins marquée que celle des courbes maîtresses. La différence d'altitude entre deux courbes secondaires est toujours la même sur toute la carte et identique à celle qu'il y a entre une courbe maîtresse et la courbe secondaire qui lui est voisine; on parle donc **d'équidistance des courbes**.
 - Cette différence d'altitude est en revanche variable d'une carte à l'autre; elle est en général de 10, 20 ou 40 mètres.
- **les courbes intermédiaires:** elles s'intercalent entre les maîtresses et secondaires, ou entre deux secondaires. Contrairement aux courbes maîtresses et secondaires, elles sont en pointillés.

On peut donc ainsi connaître l'altitude d'un point X donné en partant de la courbe maîtresse la plus proche (dont l'altitude est indiquée sur la carte), puis en comptant le nombre de courbes secondaires entre le point X et la courbe maîtresse et finalement en évaluant la distance entre le point X et les deux courbes qui l'entourent (par exemple, X = 245 m sur la Figure 1).

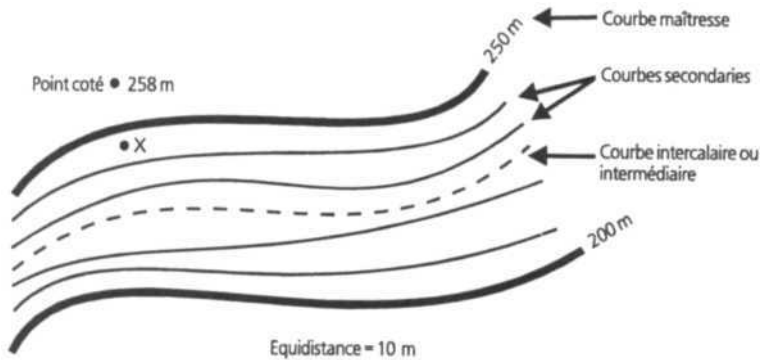


Figure 1 Représentation du relief par courbes de niveau et par points cotés

- par des bornes et des points cotés:
 - point coté: point sur la carte, dont l'altitude unique dans un secteur est donnée par un chiffre à côté du point;
 - borne cotée: l'endroit a été nivelé par les topographes et sert de point de référence.

Végétation

Les espaces occupés par la végétation sont représentés par différentes teintes de vert, correspondant aux bois, forêts, prairies, etc...

Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique est représenté par la couleur bleue (lacs, citernes, réservoirs, mares, marigots).

Les lignes bleues pleines représentent des écoulements permanents alors que les lignes bleues en pointillés représentent des écoulements temporaires et des zones de marais. Ces dernières sont généralement également reconnaissables aux signes indiquant leur végétation particulière (voir la légende).

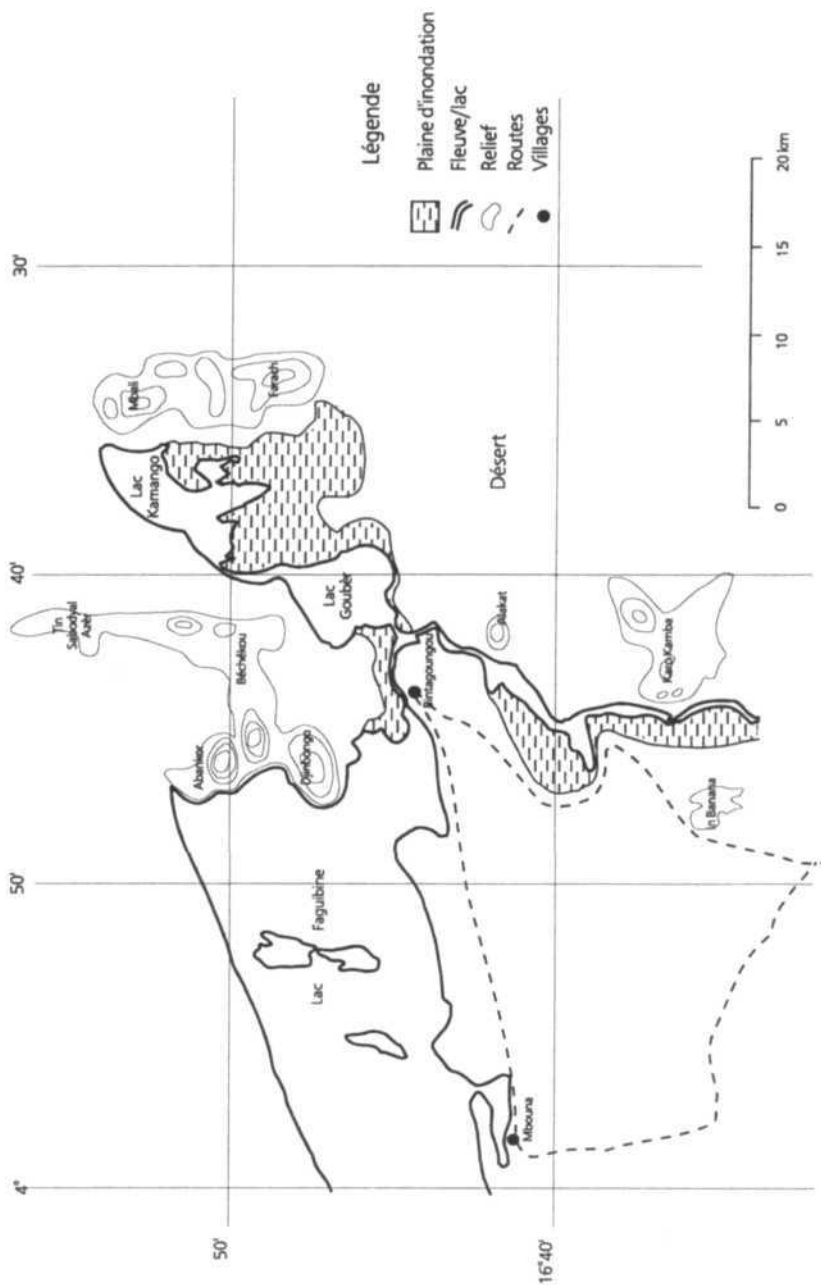


Figure 2 Les cartes topographiques fournissent des informations sur le relief, le réseau hydrographique et les infrastructures réalisées par l'homme (extrait de la carte Tombouctou-Ouest, Mali)

Autres

Les parties de la carte non coloriées, laissées en blanc, symbolisent les zones en friche, c'est-à-dire pouvant porter des activités agricoles.

Les traits et lettres en noir permettent de représenter sur la carte les limites administratives, les noms des lieux, l'emplacement de ces lieux, les routes, les pistes, etc...

3 Les mesures sur une carte

Les distances

Deux méthodes permettent d'effectuer des mesures de distance sur une carte:

- mesure, à la règle, d'une longueur entre deux points sur la carte et multiplication de la valeur trouvée par le dénominateur de l'échelle pour obtenir la distance réelle.

Par exemple, une longueur de 4,6 cm sur une carte à 1/50.000 équivaut à:

$$4,6 \times 50.000 = 230.000 \text{ cm} = 2.300 \text{ m} = 2,3 \text{ km.}$$

- utilisation d'un curvimètre, c'est-à-dire d'un instrument qui permet de mesurer la longueur des lignes courbes, particulièrement utile dans le cas des rivières et autres écoulements dont le tracé est sinueux, irrégulier.

Les surfaces

On calcule les surfaces de deux façons:

- avec un planimètre qui donne directement la superficie ramenée à l'échelle de la carte;
- positionnement d'un papier calque millimétré, quadrillé en cm^2 et en mm^2 , sur la partie de la carte dont il faut déterminer la surface. En calculant le nombre de carreaux, on peut, au moyen de l'échelle, calculer la superficie.

Subdivisions de la carte

On peut subdiviser une carte en 4 parties correspondant à 4 quadrants (Nord-Est, Sud-Est, Sud-Ouest et Nord-Ouest) en traçant une ligne rejoignant le milieu du côté haut (nord) au milieu du côté bas (sud) et une autre rejoignant le milieu du côté droit (est) au milieu du côté gauche (ouest).

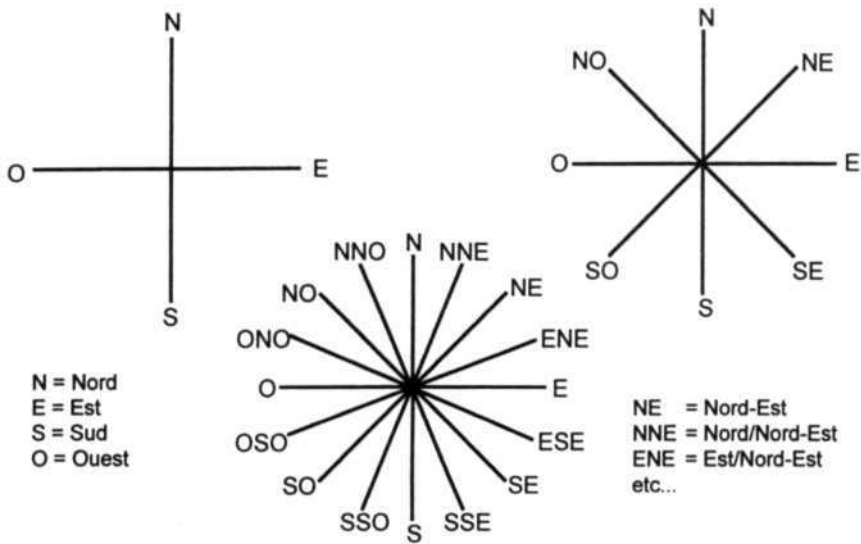


Figure 3 Rose des vents à 4, 8 ou 16 directions

Orientation d'une ligne

On peut, au moyen d'une rose de vents (Figure 3) préparée sur papier calque, connaître l'orientation d'une droite que l'on a tracée sur la carte. Il convient de placer la rose des vents sur la carte de manière à ce que:

- son centre coupe la ligne à étudier; et
- la direction du Nord soit parallèle à celle qui est indiquée sur la carte (le Nord est toujours situé au sommet de la carte).

La rose des vents donnera alors directement l'orientation de la ligne à étudier.

4 Détermination de l'environnement par un calque d'interprétation

Réaliser un calque d'interprétation consiste à poser une feuille de papier calque sur la carte, pour y tracer les limites du secteur qui nous intéresse et y reporter les différents éléments pertinents représentés sur la carte (écoulements, végétation, zones en friche, points d'altitude).

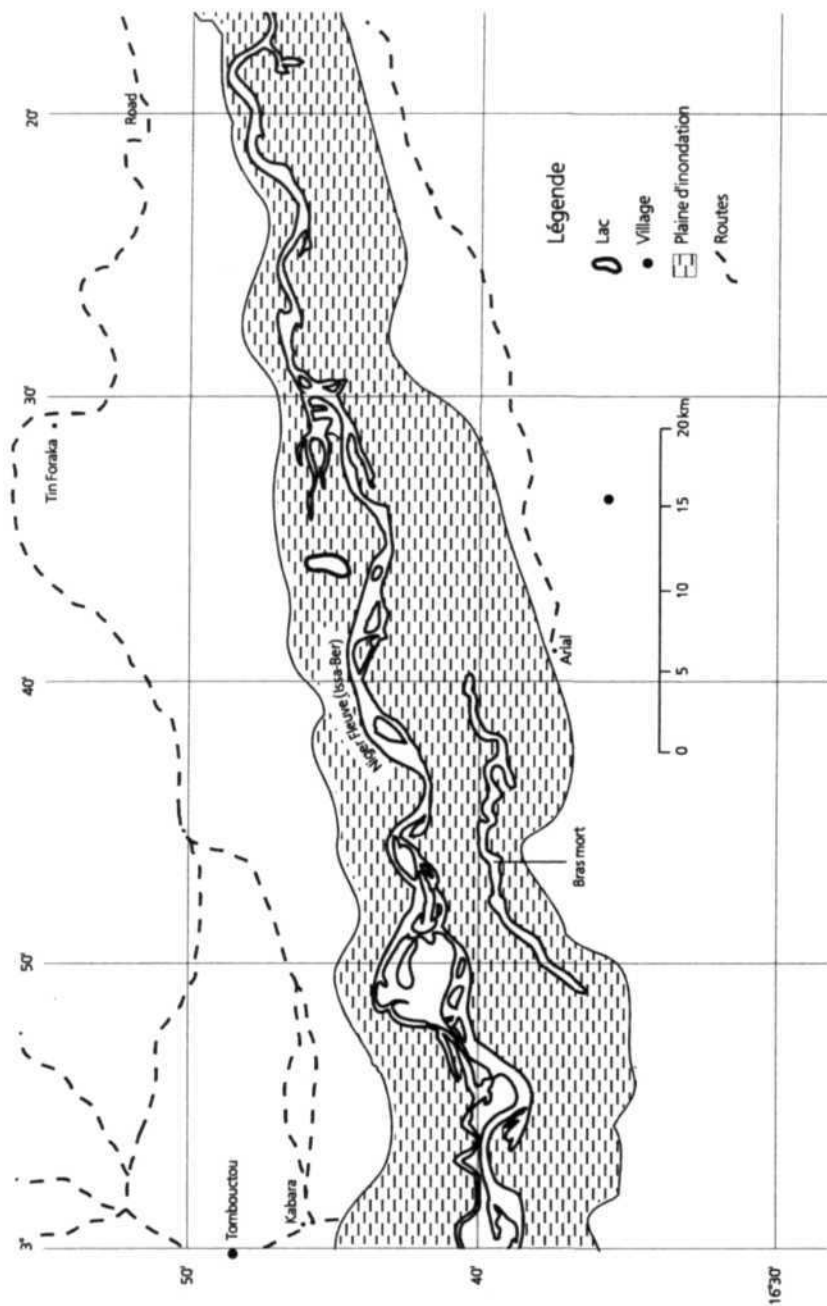


Figure 4 En général les cartes présentent le réseau hydrographique de manière relativement détaillée (extrait de la carte Tombouctou-Est, Mali)

On peut ensuite tracer sur ce calque une ligne droite passant par les principaux éléments représentés ou du moins leur majorité. Ceci permet ensuite de dresser un profil topographique sur cette ligne.

Ces deux opérations permettent de visualiser et de comprendre l'agencement des différents éléments d'occupation de l'espace ainsi considéré.

5 Détermination de l'environnement par l'observation des courbes de niveau

La simple observation des courbes de niveau (Figure 6) donne des renseignements très intéressants sur la topographie:

- des courbes de niveau très espacées indiquent un relief plat ou du moins une pente très faible. Ce sera le cas dans la majorité des zones humides;
- inversement, des courbes de niveau resserrées indiquent un pente forte;

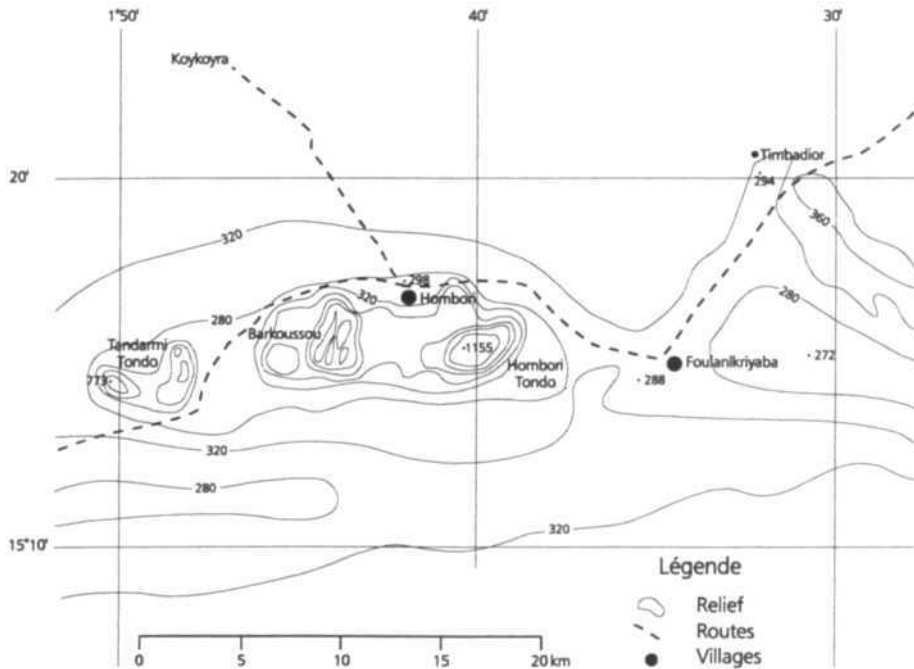


Figure 5 Les courbes de niveau doivent être observées avec attention car elles traduisent parfaitement les paysages (extrait de la carte Hombori, Mali)

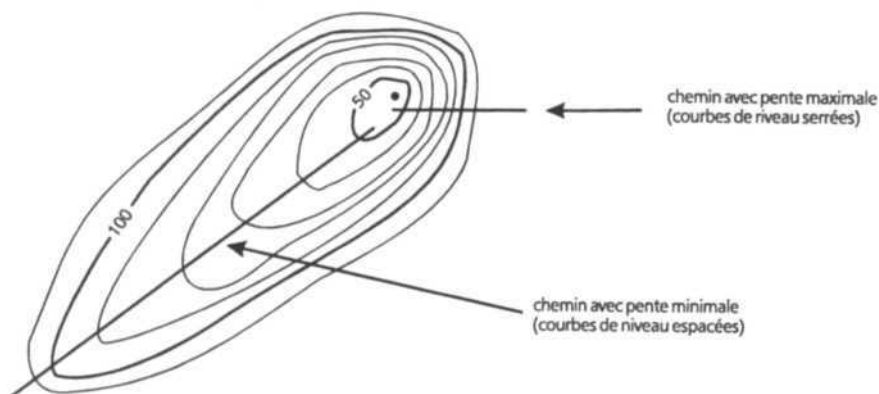


Figure 6 Visualisation de la pente grâce aux courbes de niveau

- des courbes de niveau concentriques indiquent:
 - une colline ou une montagne si l'altitude maximale se trouve au centre;
 - ou, au contraire, une cuvette ou une dépression si l'altitude maximale se trouve à la périphérie;
- des courbes de niveau régulièrement espacées indiquent une pente rectiligne (Figure 7);
- si l'on prend l'exemple d'une colline:
 - lorsque l'espacement des courbes de niveau diminue du centre vers la périphérie, la pente est convexe (Figure 8);
 - inversement, lorsque l'espacement des courbes de niveau augmente du centre vers la périphérie, la pente est concave (Figure 9).

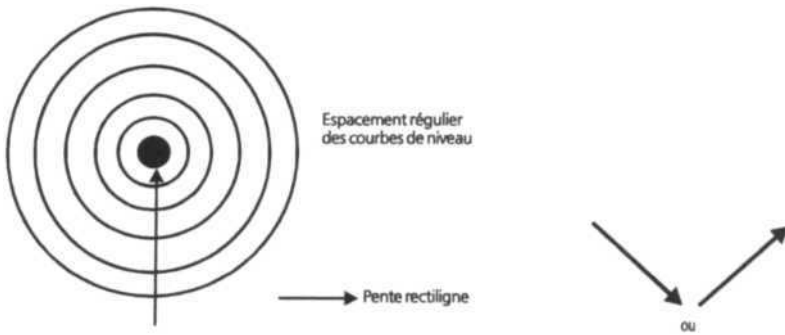


Figure 7 Représentation par courbes de niveau et en coupe d'une pente rectiligne

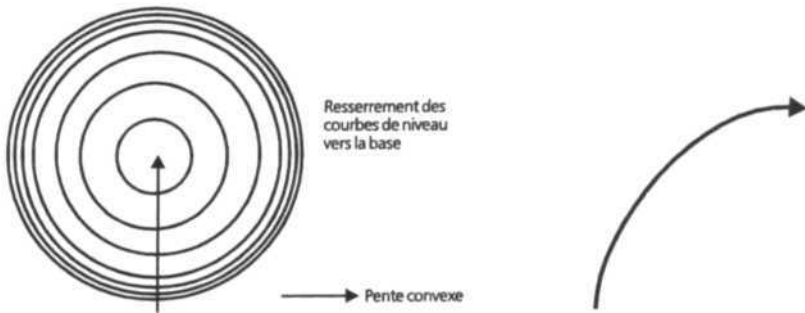


Figure 8 Représentation par courbes de niveau et en coupe d'une pente convexe

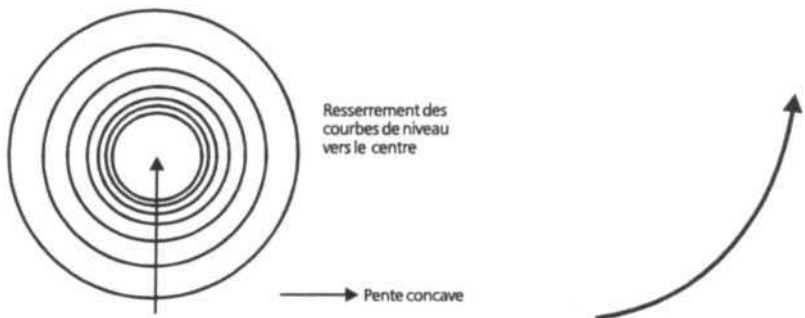


Figure 9 Représentation par courbes de niveau et en coupe d'une pente concave

Surveillance continue des niveaux d'eau

Pour étudier comment fonctionne une zone humide, il faut imaginer que chaque zone humide a un "budget" hydrologique, avec des entrées et des sorties d'eau. Il faut donc examiner la différence entre:

- l'eau qui entre, apportée par les cours d'eau, les précipitations, le ruissellement de surface ou l'écoulement d'une nappe phréatique;
- et l'eau qui sort, par écoulement dans les fleuves, ou infiltration vers la nappe phréatique.

Généralement, **la dynamique hydrologique**¹ d'une zone humide est très complexe et il est essentiel de recourir à des modèles informatiques² pour réellement comprendre le système.

Néanmoins, quelques informations importantes sont utiles aux écologues³ des zones humides sur le terrain et permettent de faire un calcul grossier des entrées et sorties d'eau. On peut généralement obtenir ces informations auprès du service des eaux et/ou du service météorologique et il est donc important d'établir des contacts avec ces institutions qui étudient en permanence le débit des fleuves, les précipitations, la vitesse des vents, les taux d'évaporation et d'humidité.

La collecte régulière de ces informations permettra d'effectuer une surveillance continue des niveaux d'eau d'une zone humide.

1 Les cours d'eau

L'importance des cours d'eau est mesurée par le **débit fluvial** qui représente le volume d'eau qui s'écoule dans un fleuve. Le débit est généralement exprimé en mètres cube par seconde (m^3/sec). Un mètre cube est le volume d'un récipient d'un mètre de long sur un mètre de haut et un mètre de profondeur et contient donc 1.000 litres.

Si le débit est de $125 \text{ m}^3/\text{sec}$, cela veut dire que 125 mètres cube d'eau passent à chaque seconde au travers de toute la section d¹ un fleuve à un endroit donné (soit l'équivalent du volume d'une pièce de 5 m de long sur 5 m de large et 5 m de haut).

1 **Dynamique hydrologique:** les mouvements d'eau

2 **Modèle informatique:** représentation mathématique d'un processus ou d'un système, calculée par ordinateur.

3 **Ecologue:** spécialiste de l'écologie. Le terme "écologiste" est souvent plus assimilé à "défenseur de l'environnement".

Le débit fluvial est calculé à partir:

- du niveau d'eau;
- de la superficie de la section transversale du fleuve; et,
- de la vitesse à laquelle l'eau se déplace.

Le niveau d'eau est mesuré à l'aide d'échelles (appelées **échelles limnimétriques**) placées le long de la berge à des points stratégiques. A mesure que le niveau monte et descend, on peut lire le niveau de la surface de l'eau sur l'échelle (voir Figure 1).

Des lectures journalières permettent d'établir un graphique des fluctuations du niveau d'eau (appelés **limnigrammes**) en fonction des saisons (Figure 2).

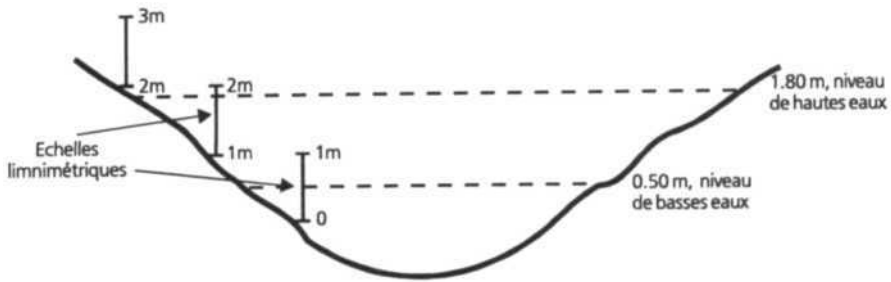


Figure 1 Mesure de la hauteur d'eau à l'aide d'échelles graduées

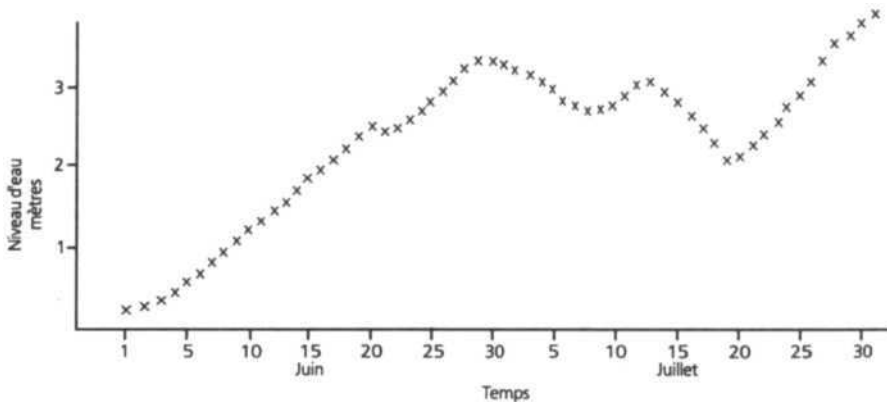


Figure 2 Variations saisonnières du niveau d'eau d'un fleuve (limnigramme)

La Figure 3 montre les hauteurs d'eau relevées à Bakel (Sénégal) lors des crues de 1916 (en période de pluviométrie élevée) et de 1984 (en période de sécheresse). Elle permet de comparer diverses caractéristiques de ces deux crues: maximum, durée, allure des courbes, etc...

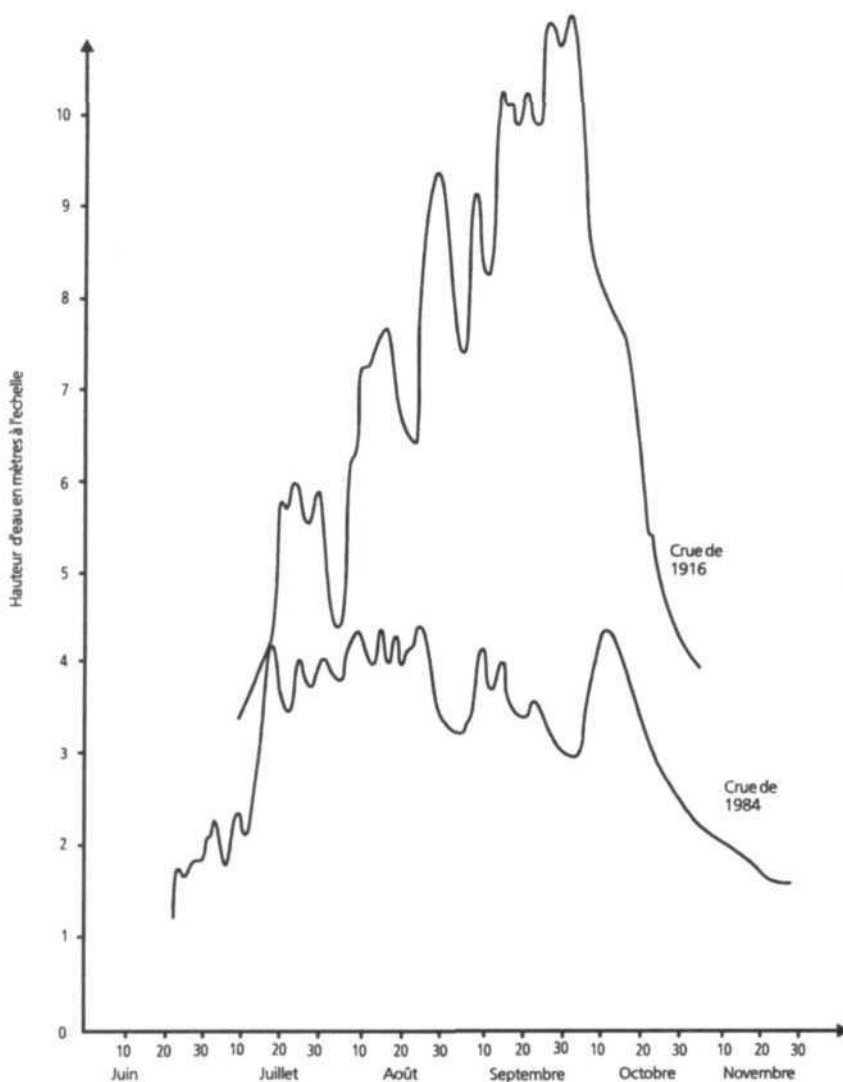


Figure 3 Hauteurs d'eau relevées à Bakel (Sénégal) en 1916 et 1984

Pour calculer le débit fluvial il faudrait ensuite mesurer la superficie de la section transversale du fleuve au niveau de l'échelle qui donne la hauteur d'eau, ainsi que la vitesse d'écoulement. Généralement, le service des eaux aura déjà procédé à diverses mesures et des calculs auront permis d'établir une courbe d'étalonnage (Figure 4), qui montre les relations entre le niveau du fleuve (tel qu'on peut le mesurer sur l'échelle) et le débit d'eau qui s'écoule dans le fleuve (en m^3/sec).

Il suffit donc de connaître le niveau indiqué par l'échelle pour lire le débit d'eau du fleuve sur la courbe d'étalonnage. Ainsi, sur l'exemple de la Figure 4, un niveau de 2 mètres à la station de Kolel correspond à un débit de $27,50 m^3/sec$. Lorsque le niveau n'atteint que 1 mètre, le débit n'est plus que de $1,10 m^3/sec$.

Dans les fleuves d'Afrique, il n'est pas rare d'enregistrer des fluctuations de niveaux de l'ordre de 6 à 7 mètres durant les crues de la saison humide et le débit en saison humide peut alors être dix fois supérieur à celui de la saison sèche.

Le débit fluvial global est appelé "débit annuel moyen". Il s'agit de la moyenne de tous les niveaux enregistrés quotidiennement (voir Figure 5).

Le Tableau 1 donne les débits journaliers relevés à Bakel (Sénégal) pendant l'année hydrologique allant de mai 1979 à avril 1980. Il est intéressant de rechercher la période de débit maximum et sa durée. Sur cette année hydrologique, le débit annuel moyen à Bakel était de $303 m^3/s$.



Photo 44 Echelle limnimétrique au bord du Lac Horo au coeur du delta intérieur du Niger au Mali.

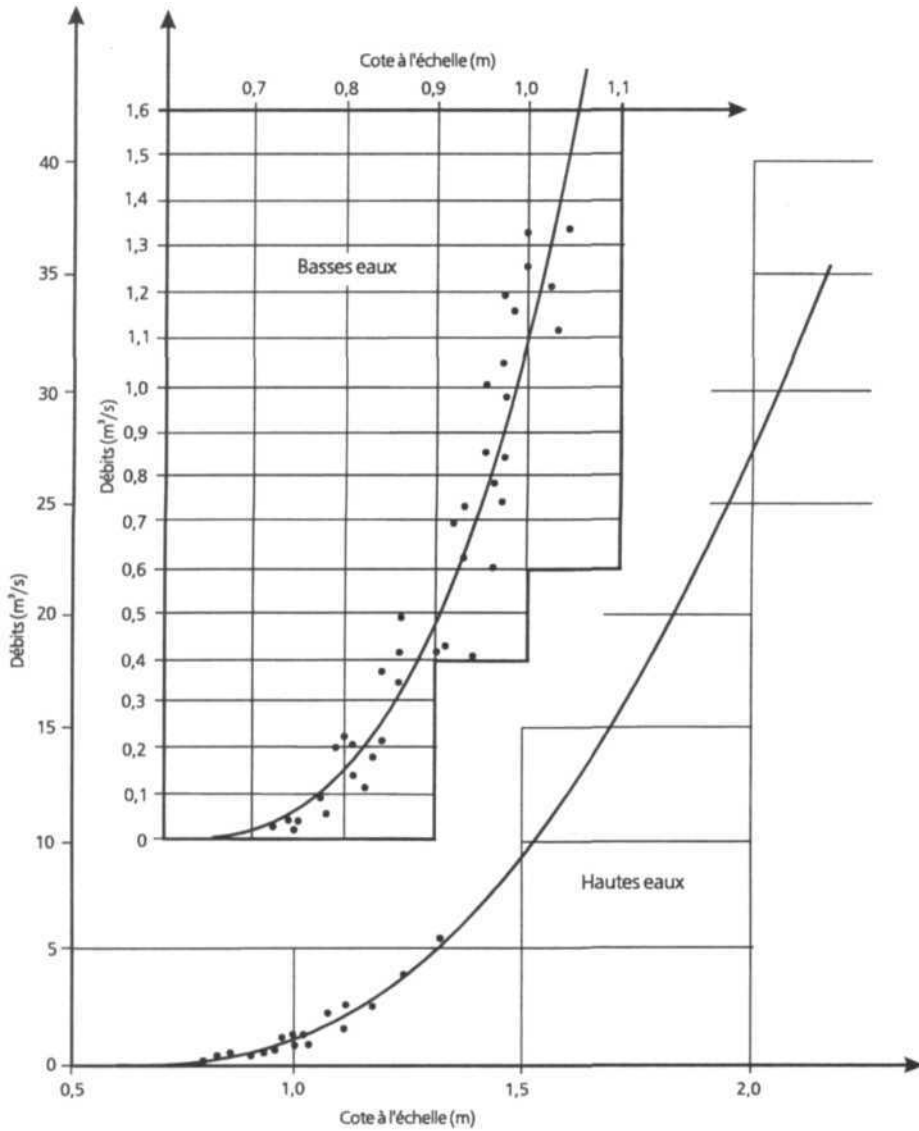


Figure 4 Mare d'Oursi (Burkina Faso): courbes d'étalonnage à la station de Kolel

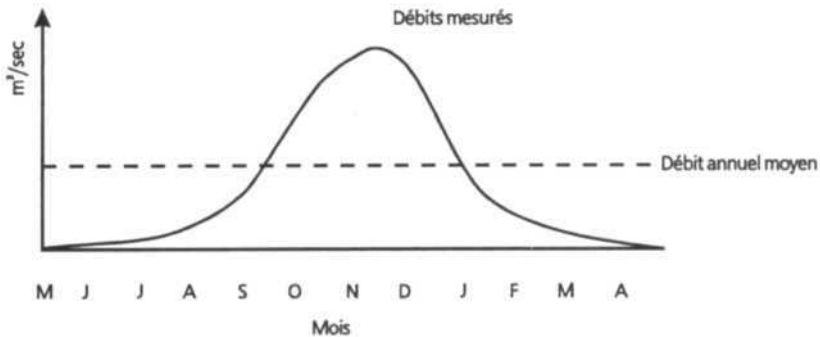


Figure 5 Représentation du débit annuel moyen

2 Précipitations

Le niveau d'eau des zones humides dépend également en grande partie de l'importance des précipitations. Les pluies alimentent les zones humides, directement, par ruissellement et en grossissant les cours d'eau.

Les précipitations sont généralement mesurées par le service météorologique, au moyen d'appareils appelés **pluviomètres** qui indiquent la quantité de pluie qui tombe au cours d'une journée. Elles sont exprimées en millimètres (mm). On peut ainsi connaître la pluviométrie, c'est-à-dire la quantité de pluie qui tombe, par jour, par mois ou par an.

Les données sur les précipitations dans l'ensemble du pays sont en général publiées annuellement par le service météorologique. Dans certains pays plusieurs services établissent des fiches de pluviométrie, par exemple l'ASECNA, le Service de l'Hydraulique et la SAED au Sénégal.

Les Tableaux 2 et 3 donnent les pluviométries mensuelles telles que relevées à la station de Dakar-Yoff de 1947 à 1956 et de 1975 à 1983.

Sur le Tableau 2, on remarque que:

- sur l'ensemble des années les pluies sont comprises entre:
 - un minimum de 382,8 mm pour 34 jours en 1947
 - un maximum de 901 mm pour 59 jours en 1951

Tableau 1 Débits moyens journaliers du Sénégal à Bakel, année hydrologique 1979-1980 en m³/s

Jours	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril
1	1,10	1,40	249,00	1015,00	1635,00	778,00	412,00	160,00	64,00	27,80	8,60	1,90
2	1,10	1,30	288,00	1345,00	1981,00	799,00	393,00	153,00	61,50	26,90	8,10	1,90
3	1,00	1,10	295,00	1539,00	1722,00	809,00	378,00	145,00	59,00	26,00	7,60	1,80
4	0,90	0,90	285,00	1461,00	1660,00	785,00	368,00	139,00	56,50	25,20	7,20	1,70
5	0,90	1,00	264,00	1378,00	1590,00	750,00	360,00	131,00	54,50	23,60	6,83	1,70
6	0,86	1,70	231,00	1268,00	1489,00	701,00	347,00	125,00	52,50	22,80	6,46	1,60
7	0,86	3,02	204,00	1140,00	1400,00	668,00	341,00	120,00	50,50	22,00	6,09	1,60
8	0,82	4,24	182,00	1048,00	1355,00	650,00	362,00	115,00	49,50	21,20	5,72	1,60
g	0,82	8,60	163,00	1000,00	1530,00	633,00	383,00	109,00	48,00	20,40	4,98	1,60
10	0,76	19,60	143,00	1025,00	1755,00	601,00	383,00	107,00	48,00	20,40	4,61	1,60
11	0,74	17,50	135,00	1057,00	1728,00	571,00	375,00	105,00	47,00	19,60	4,24	1,60
12	0,74	10,40	150,00	1086,00	1615,00	540,00	360,00	100,00	46,00	19,60	3,87	1,50
13	0,90	7,20	160,00	1066,00	1451,00	526,00	335,00	97,00	45,00	19,60	3,50	1,50
14	1,50	5,72	295,00	971,00	1318,00	512,00	315,00	94,00	44,00	18,80	3,50	1,50
15	1,50	4,61	278,00	887,00	1270,00	494,00	303,00	92,50	42,20	18,00	3,50	1,50
16	1,50	4,24	182,00	823,00	1246,00	485,00	290,00	91,00	42,20	17,50	3,50	1,50
17	1,50	5,72	165,00	743,00	1219,00	482,00	278,00	90,00	41,30	16,10	3,36	1,50
18	1,50	6,83	170,00	692,00	1169,00	473,00	258,00	89,00	40,40	15,50	3,36	1,40
19	1,60	7,20	200,00	672,00	1107,00	458,00	240,00	87,00	40,40	14,30	3,18	1,30
20	1,80	19,60	212,00	657,00	1039,00	464,00	233,00	84,00	39,50	13,10	3,18	1,20
21	1,90	71,00	192,00	653,00	990,00	540,00	229,00	81,00	38,60	11,80	3,02	1,20
22	2,38	80,00	204,00	660,00	962,00	584,00	224,00	78,50	37,70	10,90	3,02	1,20
23	3,50	81,00	285,00	664,00	962,00	568,00	222,00	77,00	36,80	10,90	2,86	1,20
24	3,87	86,00	323,00	688,00	947,00	550,00	220,00	76,00	35,90	10,40	2,86	1,20
25	3,87	94,00	397,00	767,00	899,00	550,00	217,00	75,00	35,00	10,40	2,86	1,10
26	3,50	120,00	488,00	821,00	844,00	536,00	212,00	74,00	33,20	10,00	2,70	1,10
27	2,86	135,00	551,00	976,00	785,00	497,00	202,00	72,00	32,30	10,00	2,54	1,10
28	2,38	131,00	497,00	1130,00	760,00	461,00	192,00	71,00	31,40	9,50	2,38	1,10
29	2,06	139,00	632,00	1170,00	729,00	440,00	177,00	68,00	30,50	9,50	2,22	1,10
30	1,80	200,00	827,00	1140,00	747,00	440,00	167,00	67,00	29,60	-	2,22	1,10
31	1,60	-	911,00	1191,00	-	432,00	-	66,00	28,70	-	2,06	-
Moy.	1,68	42,30	308,00	991,00	1263,00	573,00	293,00	98,00	43,20	17,30	4,20	1,43

Tableau 2 Pluviométrie à la station de Dakar-Yoff de 1947 à 1956 (en millimètres) (Source: ASECNA - Exploitation météorologique)

	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
47						1,8	22,8	126,6	220,0	8,9	2,7		382,8
						1	5	10	12	4	2		34
48		1,5				25,3	30,1	350,8	54,5	12,6			474,8
		2				3	4	16	9	2			36
49						0,5	110,8	196,1	124,9	22,2		1,5	456,0
						1	8	17	8	3		1	38
50					1,0	5,0	75,0	411,2	259,7	50,3			802,2
					2	2	12	18	19	8			61
51		0,1			15,5	4,9	89,6	217,9	304,4	250,0	18,6		901,0
		1			2	2	10	16	13	14	1		59
52				1,3	9,4	1,5	66,0	174,9	329,9	29,8			612,8
				1	1	1	10	14	15	6			48
53		0,1				11,0	139,6	71,3	166,0	30,7			418,7
		1				4	11	11	14	6			47
54	0,4	20,3				33,4	138,0	382,7	154,1	9,3	22,4		760,6
	1	2				5	11	15	12	3	1		50
55					0,6	17,9	272,5	234,6	134,2	13,9			673,7
					1	2	13	22	14	3			55
56	0,3					2,1	183,6	112,0	97,4	23,7		58,1	477,2
	1					1	10	14	14	5		7	52

Tableau 3 Pluviométrie à la station de Dakar-Yoff de 1975 à 1983 (en millimètres) (Source: ASECNA - Exploitation météorologique)

	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
75							205,9	179,0	161,2	17,9			564,0
							14	12	11	2			39
76		0,5					17,1	119,1	191,4	43,5	7,6	8,6	387,8
		1					2	10	11	4	1	5	34
77						1,9	8,4	48,7	112,2				171,2
						2	2	5	7				16
78							57,0	149,6	76,1	19,5	19,7	1,3	323,4
				0,2			8	15	8	5	3	1	41
79	50,5			1		75,9	81,2	81,7	51,8				341,1
	3					8	5	7	8				31
80		0,8				0,2	25,7	109,9	226,7	13,8			377,1
		2				1	3	9	11	1		2	29
81	3,5					23,5	72,1	175,4	53,1	10,6			338,2
	2					2	10	13	6	2			35
82					0,3		104,7	114,5	46,8	43,2			309,5
					1		5	13	6	3			28
83						10,0	0,4	81,6	62,9				154,9
						1	1	8	7				17

- les pluies ont été les plus abondantes en 1951. Elles se sont réparties sur 7 mois de mai à novembre avec 1 mm en février (ce qui est négligeable). De mai à novembre, les pluies se sont réparties sur 1 ou 2 jours en mai, juin et novembre.

Les pluies les plus importantes sont tombées de juillet à octobre (soit 4 mois) avec des pluies bien réparties sur au moins 10 jours. En août 1951, on a enregistré 22,8 mm de pluie/jour.

Le Tableau 3 montre quant à lui que:

- les pluies ont été comprises entre:
 - un minimum de 154,9 mm pour 17 jours en 1983
 - un maximum de 564 mm pour 39 jours en 1975
- durant l'année 1983 de minimum de pluviométrie, les pluies se sont réparties sur 4 mois dont 2 (juin et juillet) pendant lesquels il n'a plu qu'un seul jour. En août, les pluies se sont réparties sur 8 jours pendant lesquels il est tombé en moyenne 10,2 mm.

L'examen de ces tableaux récapitulatifs permet donc de faire des comparaisons d'année en année, de faire des moyennes et d'établir des "normes". On peut également en tirer des histogrammes⁴ qui facilitent les études et les comparaisons (exemples des Tableaux 4 et 5 et des Figures 6 et 7).

3 Evaporation

Les zones humides perdent une bonne partie de leur eau par évaporation. Celle-ci est également mesurée par le Service météorologique et exprimée en millimètres par jour, par mois ou par an.

D'une manière générale, moins il pleut et plus l'évaporation est forte. Lorsqu'il y a peu de pluies, l'évaporation est forte car l'air est très sec. En revanche, en saison des pluies, l'air contient déjà beaucoup d'eau et l'évaporation est donc plus faible.

L'évaporation est ainsi extrêmement importante dans les régions tropicales et détermine la vitesse à laquelle une zone humide s'assèche après la saison des pluies. Si, par exemple, l'évaporation mesurée est de 8 mm/jour, cela signifie qu'au bout de 10 jours, le niveau d'un lac aura baissé de 80 mm, soit 8 cm.

Lorsque l'on connaît la pluviométrie et l'évaporation **on peut calculer le bilan hydrique en faisant la différence (pluviométrie moins évaporation)**.

Le bilan hydrique est positif si:

la différence (pluviométrie - évaporation) est supérieure à 0.

Il est négatif (déficit hydrique) si:

la différence (pluviométrie - évaporation) est inférieure à 0.

⁴ **Histogramme:** graphique en colonnes.

Tableau 4 Pluviométrie annuelle à St-Louis de 1922 à 1984, présentation sous forme de tableau

Année	Pluviométrie (mm)	Année	Pluviométrie (mm)	Année	Pluviométrie (mm)
1922	769	1943	593	1964	323
1923	320	1944	459	1965	323
1924	305	1945	206	1966	439
1925	348	1946	274	1967	416
1926	477	1947	424	1968	233
1927	686	1948	209	1969	531
1928	1239	1949	357	1970	189
1929	406	1950	345	1971	177
1930	663	1951	455	1972	152
1931	164	1952	427	1973	190
1932	352	1953	289	1974	197
1933	450	1954	373	1975	389
1934	251	1955	416	1976	206
1935	522	1956	225	1977	102
1936	362	1957	511	1978	223
1937	449	1958	317	1979	220
1938	449	1959	192	1980	294
1939	390	1960	259	1981	336
1940	334	1961	284	1982	191
1941	219	1962	332	1983	100
1942	173	1963	473	1984	109

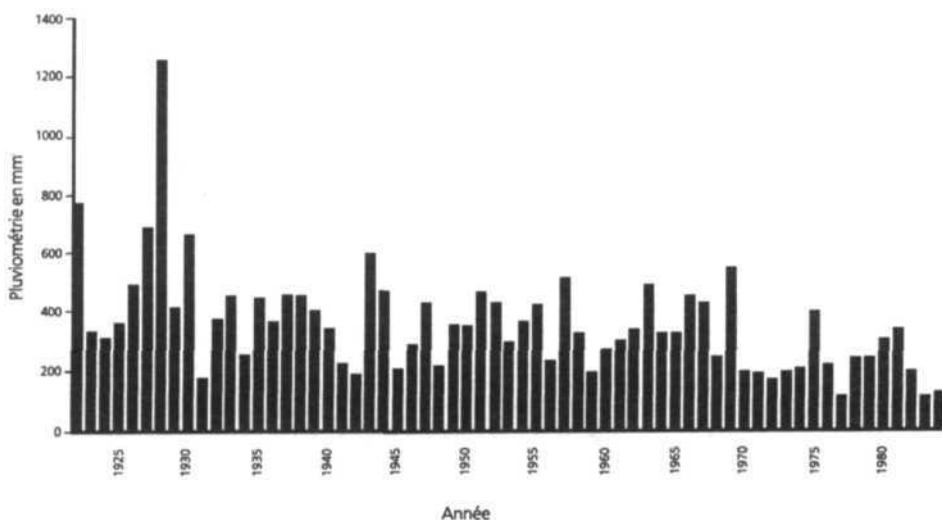


Figure 6 Pluviométrie annuelle à St-Louis de 1922 à 1984 (présentation sous forme d'histogramme)

Tableau 5 Pluviométrie journalière à St-Louis en 1985, exprimée en mm (présentation sous forme de tableau)

	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
1						
2				16,4	14,0	
3					22,8	
4						
5					3,0	
6					6,5	
7						
8						
9				0,6		
10						
11				0,8		
12						
13						
14			2,0	2,0	7,3	
15					3,9	
16						
17						
18					23,4	
19				85,3		
20			17,0		1,0	
21						
22						
23		4,0	2,2			
24			10,0			
25						
26						
27					4,6	
28					0,9	
29						
30						
31						

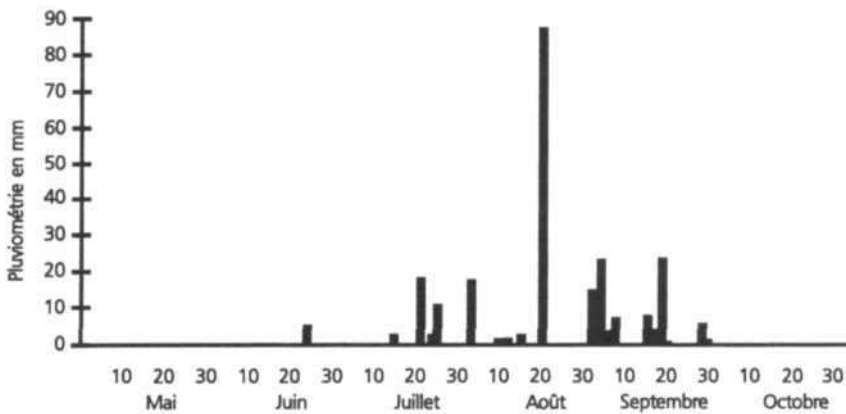


Figure 7 Pluviométrie journalière à St-Louis en 1985 (présentation sous forme d'histogramme)



Photo 45 Station météorologique simple au Lac Ichkeul, Tunisie.

La notion du bilan hydrique est très importante en Afrique de l'Ouest car elle permet de définir les conditions de l'aridité. Ainsi, avec une évaporation annuelle de 2.700 mm (2,7 m) et des précipitations annuelles de 400 mm, en l'absence d'autres formes d'apports d'eau et d'infiltration, un plan d'eau de 2,3 m de profondeur s'évaporerait et s'assècherait complètement en un an.

Le Tableau 6 permet de calculer le bilan hydrique dans les 2 stations de Dionwar et de Foundiougne (Sénégal). Dans ces deux stations et pour les années étudiées, le bilan hydrique est négatif car la pluviométrie est inférieure à l'évaporation:

Dionwar- 1971: $854,0 - 1\ 245,8 = -391,8$ mm
 Foudiougne - 1975: $703,0 - 1\ 606,3 = -903,3$ mm.

Tableau 6 Evaporation et pluviométrie, exprimées en mm, dans l'estuaire du Saloum (Sénégal) (d'après Marius, 1985. *Mangroves du Sénégal et de la Gambie*. Ed. de l'ORSTOM. 357 p.)

Stations	Evaporation												Année (total)	Pluviométrie annuelle
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Dionwar 1971	190,5	177,0	168,9	94,6	57,6	38,9	30,5	26,3	81,4	114,2	122,9	143,0	1245,8	854,0
Foundiougne 1975	192,2	201,8	190,6	23,2	177,0	116,7	66,3	66,9	16,8	38,8	151,5	155,7	1606,3	703,0

4 Infiltrations dans la nappe phréatique

Il s'agit de l'élément le plus complexe du budget hydrologique, car **les infiltrations sont particulièrement difficiles à mesurer**.

Dans une zone humide, le volume d'eau qui s'infiltré dans le sol dépend du type de sol et de la profondeur de la nappe phréatique. L'eau ne pénètre que très lentement dans les sols argileux lourds. En revanche, si le sable domine, les infiltrations peuvent être considérables lorsque le niveau de la nappe phréatique est inférieur à celui du fond de la zone humide (Figure 8).

Les hydrologues essaient généralement de mesurer les entrées et les sorties d'eau de surface et, si ces deux valeurs ne correspondent pas, ils expliquent la différence par les fluctuations de la nappe phréatique (qu'il s'agisse d'eau qui entre ou qui sort).

Divers moyens permettent de mesurer la profondeur de la nappe phréatique:

- le plus facile consiste à mesurer la profondeur des puits creusés pour l'approvisionnement local en eau (il faut néanmoins veiller à le faire avant que l'on ait puisé beaucoup d'eau);
- si l'on pense que la nappe phréatique se trouve à quelques mètres de la surface, on peut également planter des appareils de mesure spéciaux, appelés **piézomètres**;
- si la nappe est plus profonde, il faudra recourir à des sondages plus profonds, qui reviennent plus cher.

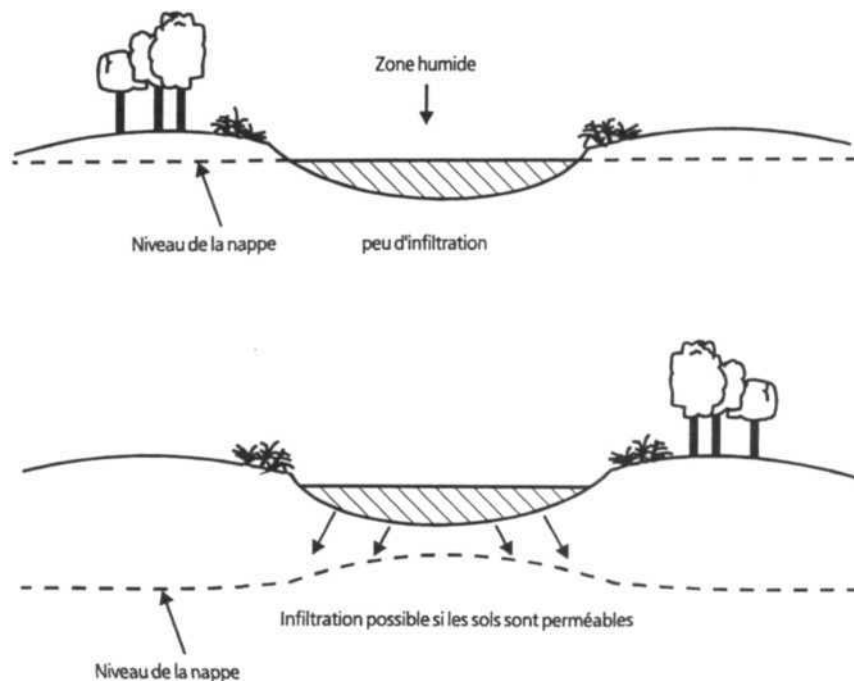


Figure 8 Infiltrations vers la nappe phréatique

5 Surveillance continue des niveaux d'eau

Il est important de bien comprendre les raisons et l'importance des fluctuations saisonnières du niveau de l'eau si l'on veut que les autres activités de gestion d'une zone humide aient un maximum de chances de réussite.

Pour chaque zone humide étudiée, toutes les données hydrologiques et météorologiques appropriées seront donc recueillies auprès des institutions concernées (niveaux d'eau, débits, évaporation, précipitations, etc...). Si l'on dispose d'une échelle limnimétrique, on fera également un relevé tous les jours en enregistrant soigneusement les données ainsi obtenues pour pouvoir les analyser ultérieurement. S'il n'y a pas d'échelle, il faudrait demander au service des eaux d'en installer une à l'endroit approprié.

Une fois les niveaux d'eau mesurés, on peut établir, sur la base des courbes de niveau, de photographies prises sur le terrain ou d'images satellite, une carte montrant les parties de la zone humide qui sont inondées pour un niveau donné. Ce type de carte aide à déterminer la végétation qui pousse dans chaque partie de la zone humide concernée (Figure 9).

Après avoir dressé cette carte, un simple graphique illustrera la relation entre le niveau d'eau et la superficie inondée (Figure 10). Ainsi, sur l'exemple de la Figure 10, on peut noter que 23 hectares (soit la différence 37- 14) sont inondés avec une profondeur d'eau ne dépassant pas 50 cm lorsque le niveau du lac se situe à 1,5 m. Cette zone sera asséchée lorsque le niveau du lac sera redescendu à 1 mètre.

6 Surveillance continue de la qualité de l'eau

Certaines données sont indispensables pour exploiter correctement les résultats obtenus au cours d'une mission et il faut donc les noter systématiquement:

- données de temps: date, heure;
- données de lieu: zone, station;
- profondeur à laquelle on fait les mesures, les prélèvements, etc...

Outre ces données générales, pour obtenir des informations sur l'évolution de la qualité de l'eau dans une zone, il faut étudier les paramètres suivants:

- température de l'eau et de l'air -mesurables sur place;
- salinité - mesurable sur place;
- acidité (mesurée par le pH) - mesurable sur place;
- transparence - mesurable sur place;
- oxygène dissous - mesurable sur place;
- sels nutritifs - concentrations mesurées en laboratoire.

Parmi ces paramètres certains sont mesurables directement sur place et on note donc leur valeur immédiatement. D'autres, en particulier les sels nutritifs (ammoniums,

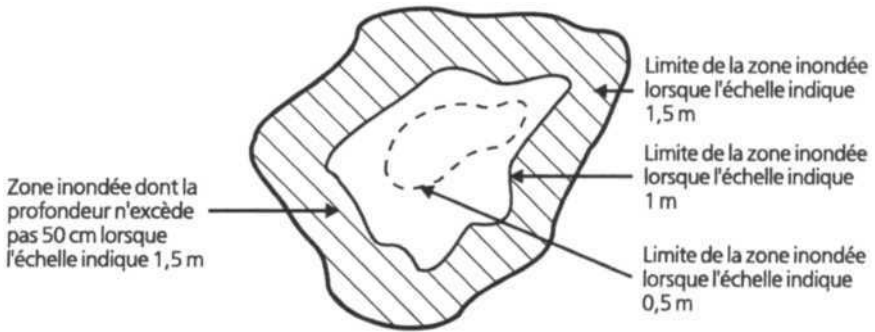


Figure 9 Détermination de la zone inondée en fonction du niveau d'eau

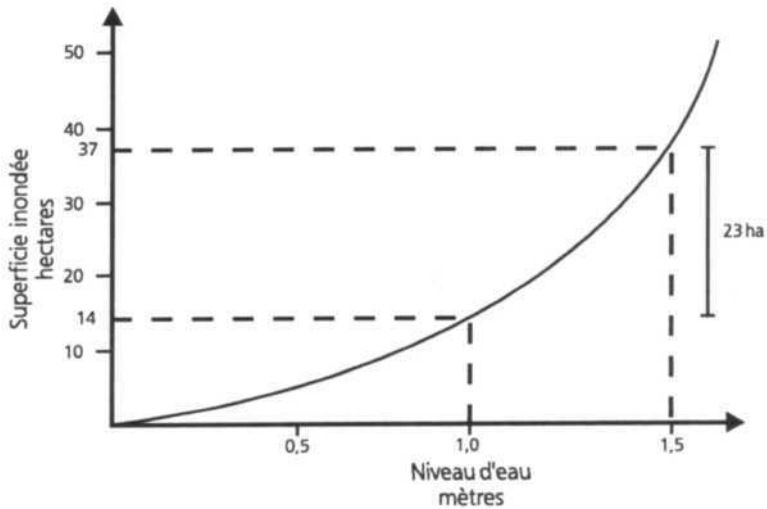


Figure 10 Relation entre le niveau d'eau et la superficie inondée

nitrites, nitrates, phosphates et silicates notamment), ne peuvent être mesurés qu'en laboratoire et il faut donc prélever à cette fin un échantillon d'eau dans un flacon que l'on repérera par un numéro.

On établira des fiches de terrain pour noter toutes les valeurs et les éléments recueillis (voir l'exemple ci-joint p. 154).

Conclusion

En hydrologie on aura trois types de collecte de données:

- les données qu'il faut collecter dans les différents services (pluviométrie, débit...);
- les données que l'on obtient tout de suite sur place;
- les données que l'on obtient après analyse de laboratoire.

Ces données permettront dans un premier temps de faire une évaluation de la quantité et de la qualité des eaux sur une période choisie.

Cette analyse débouchera sur:

- l'amélioration de la gestion des eaux (ouverture et fermeture des vannes);
- la prévision des besoins en eau (par exemple, en cas d'accumulation de sel dans une zone, entraînant la mortalité de la faune et de la flore, on pourrait suggérer la mise en place d'une digue pour retenir les eaux de pluie);
- une meilleure connaissance de l'environnement dans lequel évoluent la flore et la faune que l'on désire gérer.



Photo 46

Fiche Technique N°3

Etude et surveillance continue de la végétation

La plupart des méthodes utilisées pour étudier la végétation reposent sur l'échantillonnage et donc sur les statistiques, et elles peuvent par conséquent être relativement complexes. Il faudra donc demander conseil à des botanistes expérimentés avant d'entamer des analyses compliquées de la distribution et de l'abondance de la végétation. On trouvera néanmoins ci-après une description simplifiée de certaines techniques directes.

Il est essentiel de décrire la végétation d'une zone humide pour surveiller les changements futurs et les habitats disponibles pour d'autres espèces. Les difficultés d'analyse dues à la complexité des modes de croissance des végétaux sont amplifiées en zone aquatique par l'apparition de la crue, qui entraîne un bouleversement complet et rapide des conditions de vie des organismes.

En zone sahélo-soudanienne, où le relief est généralement peu marqué, les cours d'eau ont une très faible pente. La crue entraînant une élévation de plusieurs mètres du niveau des eaux, celles-ci ont alors tendance à quitter le lit principal pour s'étaler dans les plaines environnantes en inondant de vastes zones. Ces plaines d'inondation, dont l'importance dans la reproduction des poissons en particulier est de plus en plus reconnue, sont particulièrement typiques et spectaculaires dans le delta intérieur du Niger et la cuvette du Lac Tchad.

Ces phénomènes hydrologiques font que beaucoup de biotopes aquatiques en Afrique sahélo-soudanienne sont des milieux temporaires ou instables. A un cycle annuel marqué d'assèchement et de remise en eau, se superposent des fluctuations à long terme en fonction notamment des variations de la pluviométrie. Ces différents cycles constituent l'une des caractéristiques écologiques les plus importantes pour les végétaux qui doivent pouvoir s'adapter pour subsister.

1 Définitions et notions de base

Surfaces homogènes du tapis végétal

L'inventaire et l'analyse des végétations doivent porter en principe sur des **surfaces homogènes** du tapis végétal. En théorie toutefois, aucune surface de végétation ne peut être considérée comme absolument homogène, les espèces n'y étant jamais réparties au hasard. En pratique, il faudra donc délimiter pour l'analyse des surfaces aussi homogènes que possible et on admettra qu'une surface de végétation est

homogène si, en l'explorant dans toutes les directions, on ne constate **pas de changement d'aspect ni de variation sensible de composition**.

L'homogénéité d'une surface de végétation peut s'observer sur une courbe montrant l'augmentation du nombre d'espèces végétales en fonction de celle de la surface inventoriée (Figure 1). Après une ascension rapide, à une valeur x de la surface, appelée aire minimale (32 m² dans la Figure 1) la courbe devient à peu près parallèle à l'axe horizontal. Puis, à partir d'une certaine valeur de la surface analysée, la courbe s'élève à nouveau, indiquant un changement de composition d'espèces. Dans toute la surface correspondant au palier de la courbe, on pourra délimiter autant de fois qu'on le voudra des surfaces égales à l'aire minimale, présentant la même composition, et que l'on pourra considérer comme homogènes.

Il est donc évident qu'une surface de végétation homogène correspondra à des **conditions similaires de l'habitat dans toute son étendue**, qu'il s'agisse du milieu physique (topographie, sols, conditions de vent, courants, etc.) ou des interférences biotiques (influence de l'homme notamment).

Une surface végétale qui ne répond pas à ces critères est une **végétation hétérogène**. Pour l'analyser, il faut la décomposer en surfaces distinctes ou l'étudier en fonction de son gradient de variation. L'hétérogénéité peut découler d'une variation des conditions du milieu physique ou des interférences biotiques qui agissent sur la végétation. Elle se manifeste par l'existence de mosaïques, de zonations ou d'éco-tones:

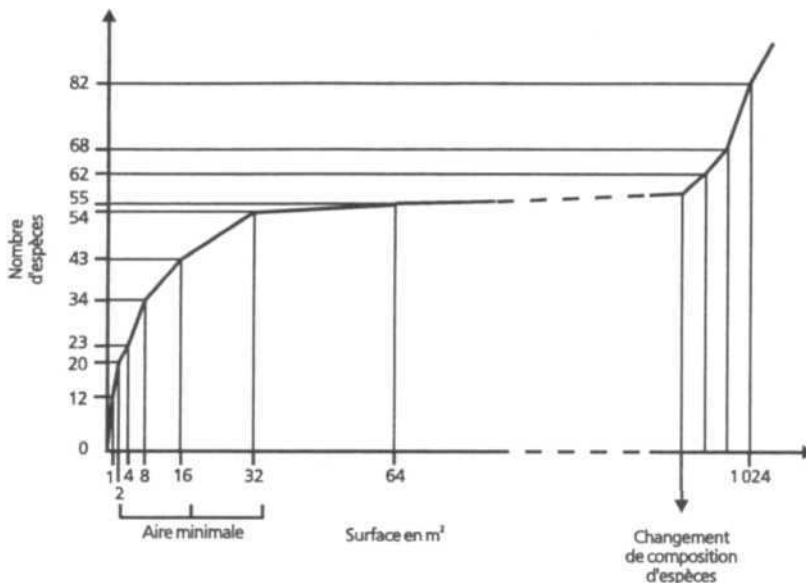


Figure 1 Relation entre le nombre d'espèces et la surface analysée

- les **mosaïques** sont des variations par îlots ou plages de petite étendue, juxtaposées ou imbriquées;
- les **zonations** sont des variations progressives le long d'un **gradient écologique**, par exemple du haut en bas d'une pente;
- les **écotones** sont des franges de passage d'une végétation à une autre, avec mélange d'espèces appartenant aux deux, par exemple la lisière d'une forêt au contact d'une prairie.

Caractères analytiques de la végétation

L'analyse d'une végétation peut porter sur sa composition, sa structure et sa périodicité.

La composition de la végétation est la liste des espèces constituantes. Elle doit être accompagnée d'une évaluation quantitative de chaque espèce. Cette évaluation fait appel à plusieurs notions:

- **l'abondance** ou nombre (relatif ou absolu) d'individus de chaque espèce. La notion d'individu est cependant ambiguë chez les espèces à propagation végétative¹; c'est pourquoi, on préfère souvent la notion de fréquence à celle d'abondance;
- la **fréquence** est le nombre de fois qu'une espèce apparaît dans un test de fréquence. Celui-ci consiste à subdiviser la surface recensée en de nombreuses petites surfaces élémentaires. La fréquence d'une espèce est le nombre de fois qu'elle apparaît dans l'ensemble des échantillons. On l'exprime en pourcentage;
- le **recouvrement** ou **dominance** est la proportion de la surface du sol recouverte par chaque espèce, en supposant les feuillages projetés sur le sol. Le recouvrement basai, ou surface terrière, est le recouvrement de la base des tiges ou des touffes.

La structure de la végétation décrit le mode d'arrangement et de répartition des espèces. Elle comprend une stratification² verticale des constituants et un certain **mode de distribution horizontale**.

La périodicité est le cycle annuel de la végétation, tel qu'il découle du rythme de vie des constituants. Elle se traduit par les **changements saisonniers** induits par le rythme de développement et de repos végétatif, de floraison et de fructification, et par des **changements interannuels** liés au climat.

1 **Propagation végétative**: multiplication non sexuée.

2 **Stratification**: disposition en couches superposées.

2 Inventaire botanique

Bien qu'elle soit souvent difficile à réaliser, l'identification des espèces est une première étape généralement indispensable aux études écologiques.

Avant de commencer l'étude de la végétation d'une zone donnée, il faut donc procéder à l'identification de toutes les espèces présentes et constituer un herbier¹ qui servira de collection de référence. Ce travail préliminaire peut s'effectuer avec l'aide de botanistes professionnels qui garantiront une bonne identification des espèces.

Muni de la liste des espèces présentes dans la zone, on peut ensuite passer à l'étude de leur abondance et de leur répartition.

3 Analyse de l'abondance et de la répartition des végétations

Examen de photographies satellite et aériennes

L'analyse des photos satellite et aériennes aide à établir une carte détaillée des limites de la végétation, telles que les révèlent les différentes tonalités sur les photographies.

Il faut donc ensuite travailler sur le terrain pour établir une relation entre chacun de ces "blocs" sur la carte et la végétation réelle. Ces "types de végétation" sont définis sur la base de l'espèce **végétale dominante**. Les espèces présentes mais non dominantes peuvent être qualifiées d'espèces "**associées**" (ou espèces compagnes) ou "**occasionnelles**" (ou espèces sporadiques).

Si l'on manque de temps ou d'expérience, la carte peut se limiter à des grandes classifications telles que "eaux ouvertes", "prairies", "bois", "buissons", "plantes aquatiques émergentes", etc...

Les relevés de fréquence et de recouvrement

Le relevé de fréquence doit porter sur des surfaces végétales homogènes et peut se limiter à l'inventaire d'un lot représentatif mais la méthode n'est guère applicable qu'aux végétations herbacées courtes (pâtures, pelouses, etc...).

Pour l'évaluation de la fréquence, on utilise une grille (que l'on appelle parfois quadrant) de 1 m x 1 m, compartimentée en 100 petits carrés, ou des grilles plus petites (20 cm x 20 cm ou 50 cm x 50 cm) également compartimentées, qu'on dépose successivement en divers endroits. On peut aussi utiliser un anneau de métal qui est lancé sur le sol à diverses reprises et au hasard.

3 **Herbier** collection de plantes, entières ou fragmentées, que l'on garde séchées ou aplaties entre des feuillets auxquels elles sont généralement fixées.



Photo 47 Susceptible de croître dans plus de 4 mètres d'eau le bourgou *Echinochloa stagnina* est une espèce commune des zones humides d'Afrique de l'Ouest. En saison sèche elle est très appréciée des pasteurs du fait de sa forte productivité (25 tonnes en matière sèche à l'hectare) et de sa bonne valeur nutritionnelle. De plus, ses graines sont consommées par les oiseaux d'eau, et elle offre un bon refuge aux poissons.

On note, dans chaque compartiment élémentaire, le nombre d'apparitions de chaque espèce; les résultats sont donnés dans un tableau de fréquence des espèces.

On peut aussi évaluer le recouvrement de chaque espèce dans les compartiments élémentaires, c'est-à-dire le pourcentage de la surface de chaque compartiment couvert par chaque espèce, et dresser un tableau de fréquence-dominance des espèces.

Les mesures de fréquence peuvent néanmoins se révéler inadéquates pour mesurer l'abondance réelle d'une plante et beaucoup de botanistes préfèrent utiliser la mesure plus courante dite de la biomasse.

Mesure de la biomasse (ou du "poids sec")

Pour effectuer ces mesures, on coupe toutes les plantes à l'intérieur d'un quadrant au niveau du sol, on les groupe par espèce et on les sèche au four pendant 24 heures. Une fois secs, les échantillons sont pesés et les résultats, exprimés en grammes de matière sèche, constituent alors des mesures d'abondance réellement comparables (biomasse).

La mesure du poids sec est importante car la quantité d'eau contenue varie d'une espèce végétale à l'autre et, pour une même espèce, d'une période de l'année à une

autre. Pour pouvoir comparer efficacement les résultats, on les exprime toujours en grammes de matière sèche. Ultérieurement, ces données sont enregistrées en grammes de poids sec par mètre carré ou, si la végétation est homogène, par hectare. Si les quadrants ne sont que de 50 x 50 cm, on multipliera donc les données par 4, ou par 25 si les quadrants sont de 20 x 20 cm, pour obtenir les valeurs par mètre carré.

4 Analyse d'une végétation hétérogène: le relevé par transect

La méthode des transects consiste à **analyser la végétation le long d'une ligne** tirée au hasard dans la zone que l'on se propose de décrire. Une corde ou un fil sera utilisé pour matérialiser le transect qui pourra être:

- une ligne ("line transect" en anglais); ou,
- une bande étroite ("belt transect" en anglais).

Les transects peuvent mesurer de quelques mètres à plusieurs kilomètres. Le long de ces axes, on note l'apparition ou la disparition successive des espèces. Les résultats sont exprimés dans un diagramme à l'échelle, sur lequel on reporte par des signes conventionnels la position des espèces observées (Figure 2).

Les transects sont particulièrement utiles pour dégager des tendances à l'intérieur d'un type de végétation par rapport à d'autres facteurs édaphiques⁴ que l'on pourra aussi mesurer aux stations d'échantillonnage (par ex. profondeur de l'eau, régime des crues, type pédologique⁵) le but étant de faire ressortir la variation du tapis végétal d'un point à l'autre.

La méthode est donc utilisée pour l'analyse des mosaïques, des zonations ou des écotones; **dans le cas des zones humides, les transects sont particulièrement utiles le long des gradients de crue** (par exemple en partant des zones sèches ou peu profondes pour aller vers les zones plus profondes).

Une analyse plus poussée consiste à combiner relevé par transect et relevé de fréquence ou mesure de la biomasse. Il s'agit alors d'utiliser une méthode d'analyse d'abondance le long d'un transect et de déterminer ainsi la fréquence, ou la biomasse, des espèces présentes, à intervalles fixes le long de ces lignes:

- transects longs: on pourra prendre des échantillons tous les 25 mètres ou davantage;
- transects courts, un échantillon tous les 25 cm peut suffire.

En fait, la distance entre les échantillons dépendra de la précision requise. En pratique, une grande précision (c'est-à-dire transects courts, échantillons fréquents) n'est pas

⁴ **Facteurs édaphiques:** facteurs écologiques liés au sol et non au climat.

⁵ **Type pédologique:** type de sol.

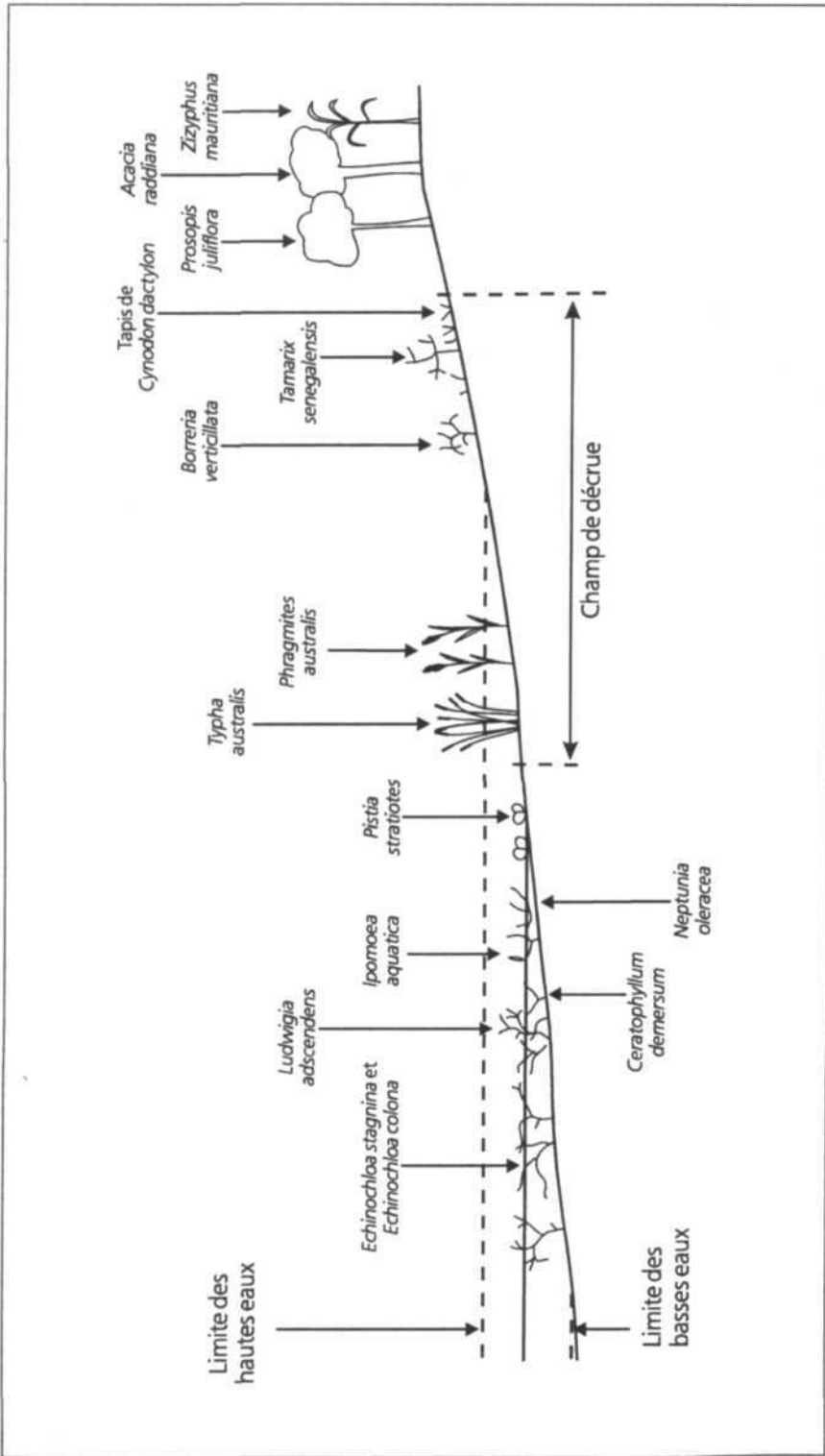


Figure 2 Exemple d'un transect effectué sur les rives du lac de Guiers (Sénégal) en 1981 (Source: Thiam, 1984)



Photo 48 Analyse de la végétation de long d'un transect.

nécessaire pour étudier de vastes blocs de végétation homogène, mais en revanche, elle sera indispensable pour l'étude de mosaïques complexes.

Comme pour les relevés de fréquence, on procède à l'échantillonnage en utilisant un quadrant, de 20,50 ou 100 cm de côté, posé à intervalles réguliers le long du transect; toutes les espèces végétales se trouvant à l'intérieur de cette surface sont alors identifiées et leur fréquence ou couverture est déterminée.

5 Surveillance continue de la végétation

Pour mettre en place un programme de surveillance continue, c'est-à-dire évaluer la périodicité de la végétation et donc mesurer les changements de composition et de structure au fil des saisons, ou des années, on peut:

- enregistrer soigneusement l'emplacement des transects afin de pouvoir les réutiliser régulièrement (**transects permanents**);
- établir des **parcelles permanentes** (aussi appelés carrés permanents);

Les parcelles permanentes doivent être sélectionnées à l'intérieur des principaux types de végétation dans la zone étudiée. Ce sont généralement des carrés de 10 ou 20 m de côté que l'on choisira pour leur représentativité.

En pratique, quatre grands pieux sont plantés dans le sol aux quatre coins de la parcelle, afin de pouvoir retrouver et étudier le même emplacement chaque année. Des quadrants sont établis à l'intérieur de ce carré et les données sont analysées afin de calculer les changements intervenus dans le temps.

L'impact d'une politique de pâturage contrôlé peut ainsi être mesuré en créant deux parcelles permanentes:

- une parcelle clôturée pour que les animaux n'y pénètrent pas; et
- une parcelle ouverte dans la zone de pâturage.

En comparant la végétation dans les deux parcelles, on obtient une indication de l'impact du pâturage.

Surveillance continue et gestion des ressources halieutiques

Les poissons constituent une des superclasses des vertébrés. Ils se déplacent dans l'eau à l'aide de nageoires et respirent grâce à des organes appelés branchies.

Ils sont répartis en deux classes:

- les poissons cartilagineux forment la classe des Chondrichthyens. Ils regroupent les raies et les requins, facilement reconnaissables aux fentes situées de chaque côté en arrière de la bouche et à leur peau rugueuse;
- la classe des Ostéichthyens qui regroupe les poissons osseux, de loin les plus nombreux.

Ces classes sont elles mêmes divisées en ordres, familles, genres et espèces. Ainsi, la classification du Capitaine d'eau douce, *Lates niloticus*, est:

Embranchement:	Vertébrés
Super-classe:	Poissons
Classe:	Ostéichthyens
Ordre:	Perciformes
Famille:	Centropomidae
Genre:	<i>Lates</i>
Espèce:	<i>Lates niloticus</i>

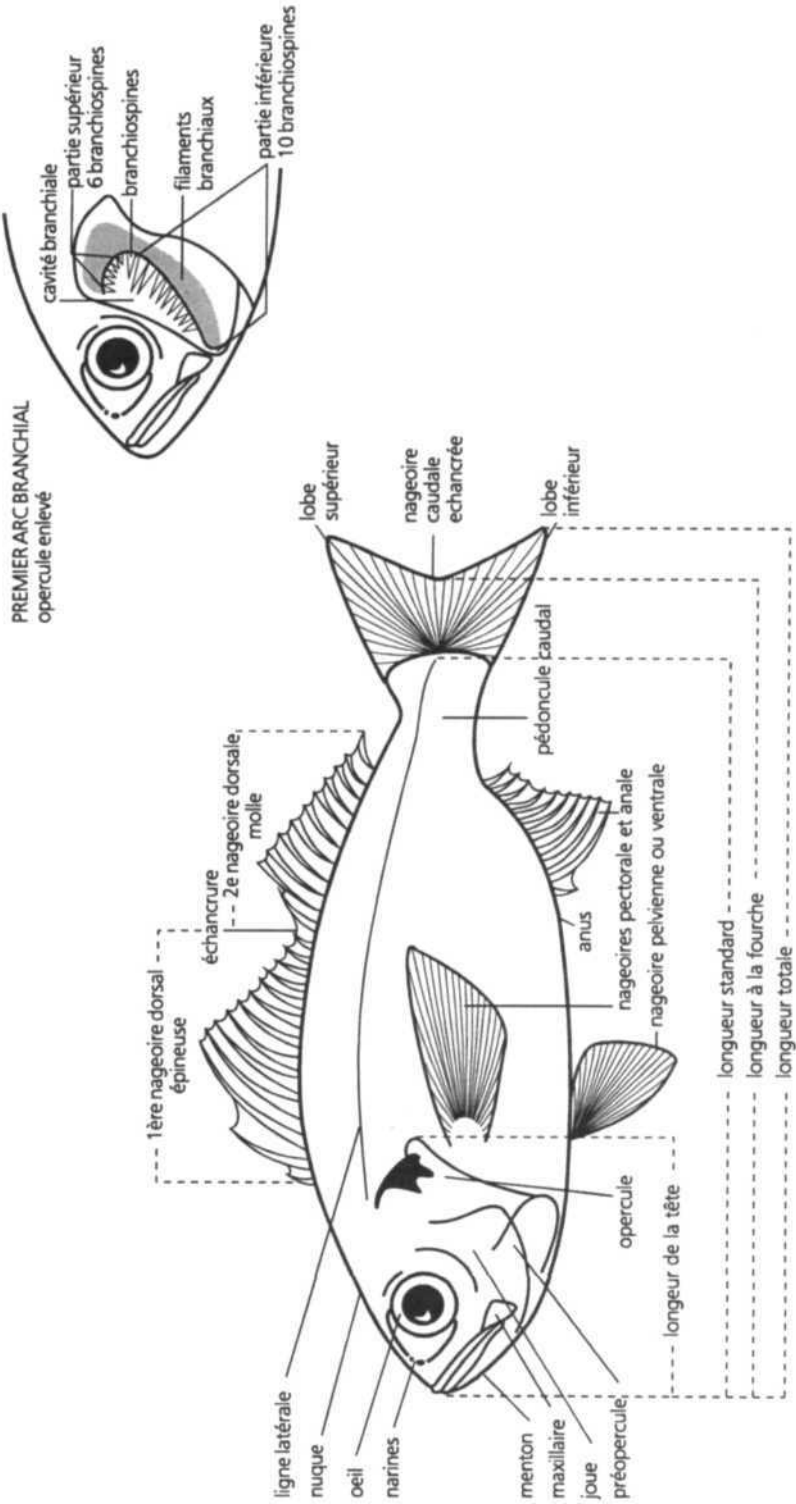
1 Les différentes espèces

Des clés de détermination permettent de reconnaître les espèces. Les indices les plus importants en ce qui concerne les poissons osseux sont (Figure 1):

- la forme du corps, qui peut être de section ronde ou plutôt aplatie;
- les nageoires. On distingue ainsi:
 - les nageoires paires, qui correspondent aux membres des autres vertébrés.

Les nageoires pectorales sont toujours présentes et sont situées juste en arrière de l'opercule qui couvre les branchies.

Les nageoires pelviennes (ou ventrales) peuvent être absentes (cas des anguilles) ou peu développées. Quand elles existent, leur position est importante pour déterminer les espèces; elles peuvent ainsi être en avant des nageoires pectorales (groupe des poissons jugulaires), en dessous (groupe des poissons thoraciques) ou en arrière (groupe des poissons abdominaux).



166 Figure 1 Anatomie d'un poisson osseux



Photo 49 La détermination correcte des espèces est un préalable indispensable à l'élaboration d'un plan de gestion des ressources halieutiques.

- les nageoires impaires. Les principaux éléments de détermination des espèces tiennent:

Au nombre de nageoires dorsales (il peut y en avoir jusqu'à trois), à leur position et leur forme.

A la forme de la nageoire caudale, qui peut être échancrée ou non.

Au nombre de nageoires anales (une ou deux).

Certaines espèces vivent en eau douce (Figure 2), d'autres en estuaire (Figure 3). Quelques espèces, bien que préférant l'un ou l'autre milieu, sont tolérantes à la fois aux eaux douces et salées; c'est le cas, notamment du Mulet *Mugil* spp.

2 Les engins de pêche

Les engins de pêche utilisés dans les pêcheries continentales sont très divers. Les plus utilisés sont les filets maillants, les filets filtrants, les sennes de plage, les éperviers et les palangres (Figure 4):

- les filets maillants capturent les poissons dans leurs mailles. Ils peuvent être ancrés sur le fond (filets maillants dormants) ou libres dans la couche d'eau (filets maillants dérivants);

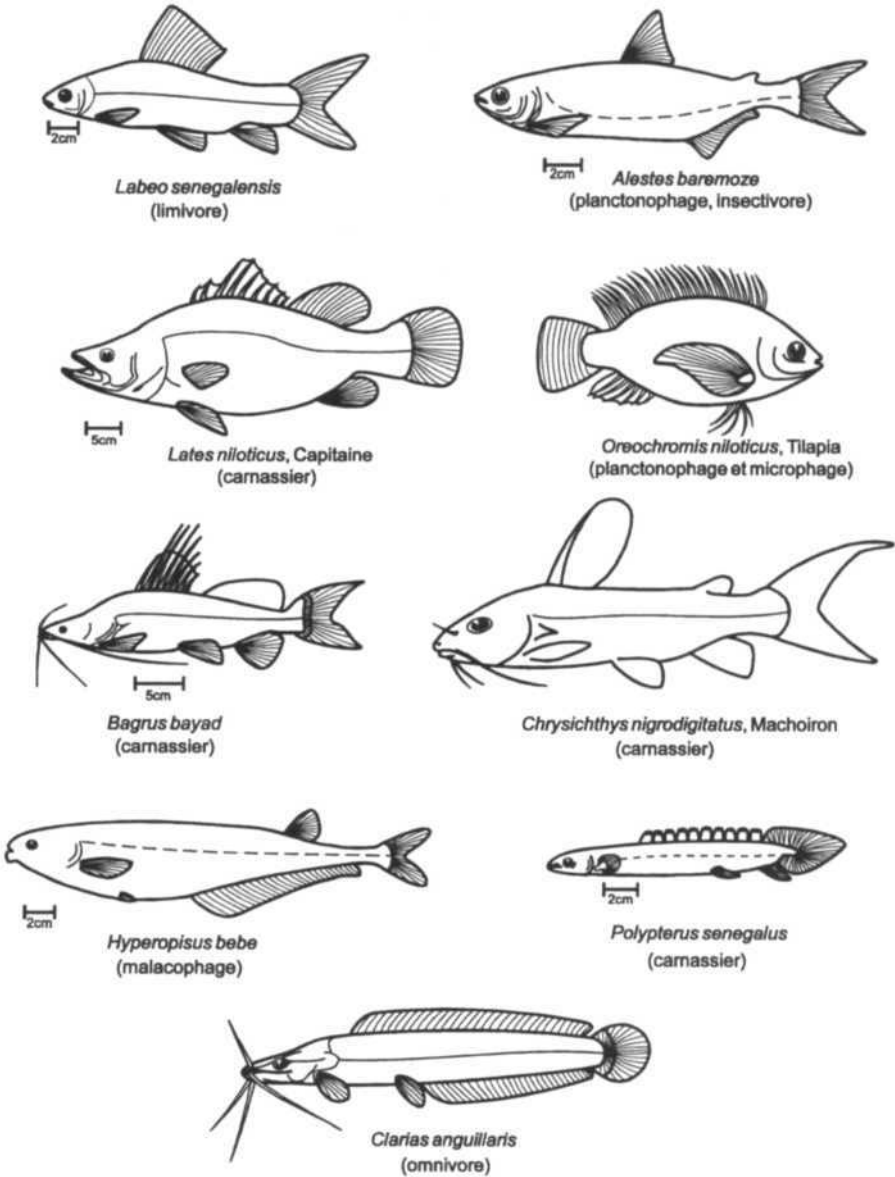


Figure 2 Quelques poissons d'eau douce communs en Afrique de l'Ouest

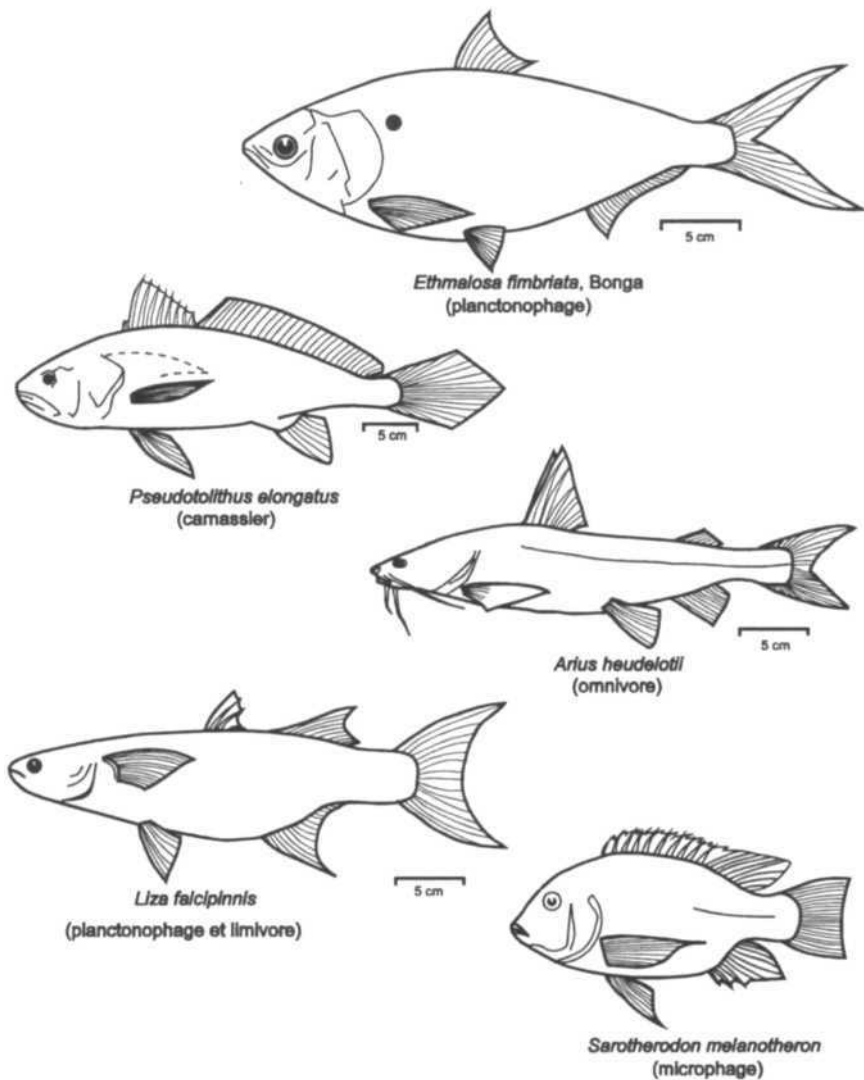


Figure 3 Quelques poissons d'estuaire communs en Afrique de l'Ouest

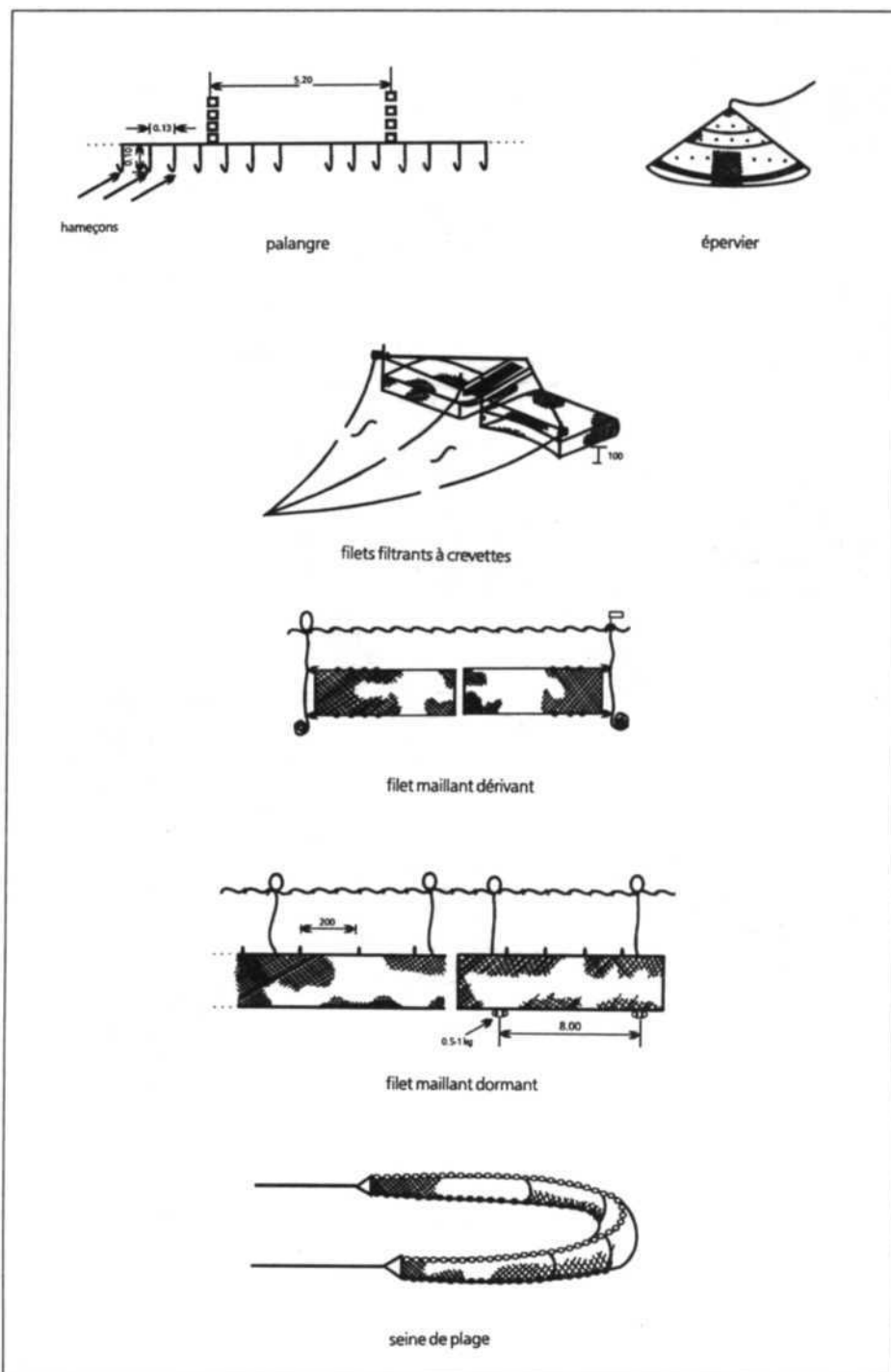


Figure 4 Quelques engins de pêche



Photo 50 La pêche à l'épervier est pratiquée par de nombreux pêcheurs artisanaux.

- les Filets filtrants sont fixés, sur des pieux fichés dans le sol par exemple, et sont généralement utilisés pour capturer des animaux en migration comme les crevettes quand elles quittent les estuaires pour aller vers la mer;
- les sennes de plage sont disposées en demi-cercle par rapport au rivage. Leurs extrémités sont ensuite tirées vers le rivage par deux équipes;
- les éperviers, en forme de cône, sont lancés déployés. La base est lestée si bien que lorsque le pêcheur tire sur la corde fixée au sommet du cône pour remonter le filet, la base se referme, emprisonnant les poissons;
- les palangres sont constituées d'une ligne principale sur laquelle sont disposées des lignes secondaires de quelques dizaines de centimètres, terminées par des hameçons.

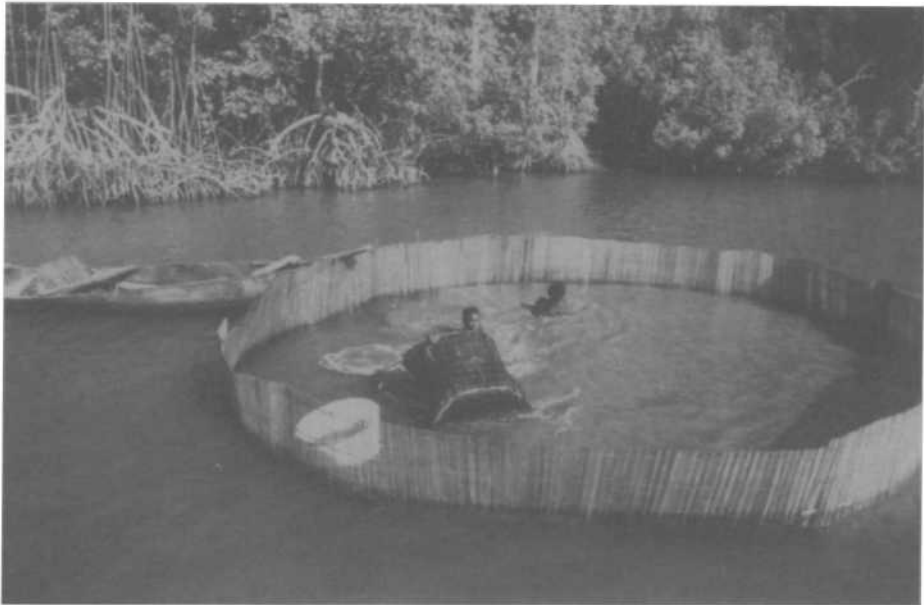
Pourquoi des engins différents?

Les raisons sont diverses:

- Importance de l'activité de pêche pour le pêcheur.

S'il est avant tout un cultivateur et désire seulement capturer un peu de poisson pour sa famille, un épervier est suffisant.

Les sennes de plage coûtent cher et, pour être rentables, doivent être utilisées intensivement par des équipages dont une partie au moins des pêcheurs sont des professionnels.



Photos
51 et 52

Outre les engins de pêche "modernes" (notamment les filets), il ne faut pas oublier que les villageois fabriquent artisanalement toutes sortes de nasses et de pièges avec les produits de la végétation locale.

- Environnement aquatique.
Les filets filtrants, par exemple, ne peuvent être utilisés que s'il y a suffisamment de courant.
- Caractéristiques des poissons recherchés.
Les filets maillants dérivants et les sennes de plage sont utilisés surtout pour les poissons abondants et de petite taille. Les filets maillants dormants sont utilisés pour des poissons plus gros et moins nombreux, souvent dans des zones avec une végétation abondante.

Sélectivité des engins de pêche

Un même type d'engin peut capturer des espèces différentes en fonction de la taille de la maille. En Casamance (Sénégal) par exemple, on distingue 4 types de filets maillants dérivants: filets pour ethmaloses, pour tilapias, pour mulets et pour crevettes.

Bien entendu, pour une espèce donnée, les individus capturés sont d'autant plus petits que les mailles sont plus petites.

3 Gestion de la pêche et surveillance continue des ressources

Définition de la gestion

La gestion de la pêche consiste à déterminer la quantité maximale de poissons ou de crustacés (crabes, crevettes, écrevisses, homards, langoustes, etc...) que l'on peut pêcher sans mettre en danger l'avenir, c'est-à-dire la quantité maximale qui pourra être pêchée chaque année, et ceci indéfiniment.

Il faut remarquer que la valeur de la production est souvent plus intéressante que le tonnage pêché. Il faut alors être attentif à la qualité des prises: 1 kg de *Tilapia guineensis* vaut plus cher que 1 kg de *Sarotherodon melanotheron* et 1 kg de grosses crevettes peut valoir quatre à cinq fois plus cher que 1 kg de petites crevettes.

Comment assurer une bonne gestion de la pêche?

Si on considère le devenir d'une cohorte¹, en l'absence de toute pêche, on note les faits suivants (Figure 5):

- le nombre des individus tend à diminuer avec le temps (courbe A);

¹ **Cohorte:** en ce qui concerne les poissons, ensemble des individus nés d'une même ponte.

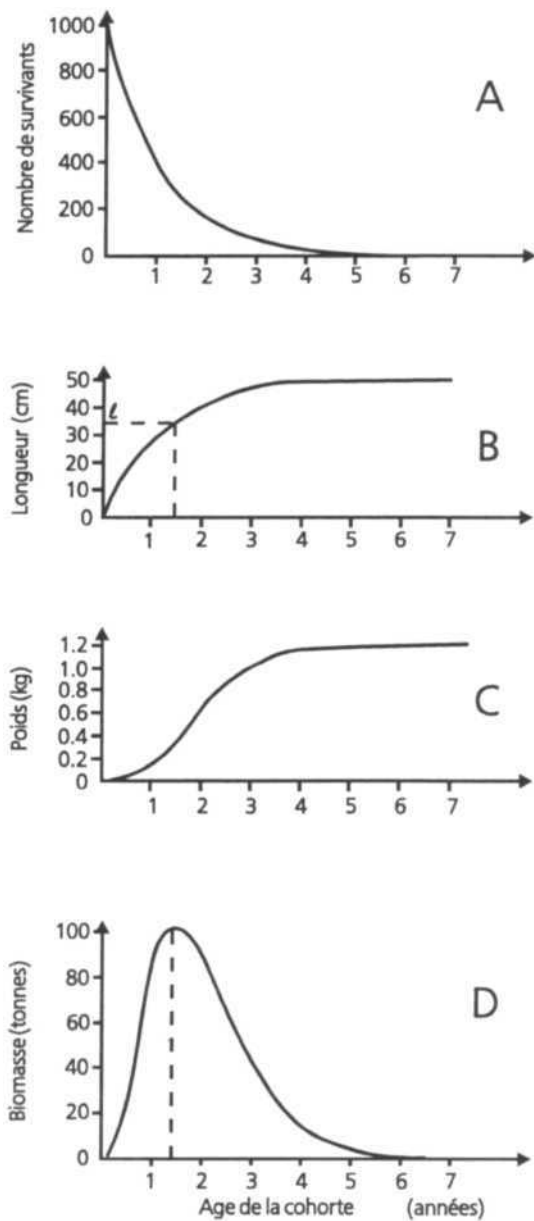


Figure 5 Dynamique d'une cohorte

- en revanche, le poids individuel tend à augmenter avec le temps, d'abord rapidement puis de plus en plus lentement (courbe C);
- il en résulte que la biomasse de la cohorte, que l'on calcule par la formule:

poids individuel \times nombre d'individus

varie selon une courbe en cloche (courbe D).

Par conséquent, **si on veut capturer un tonnage maximum, il faudra pêcher la cohorte quand la biomasse est maximale**, c'est-à-dire lorsque les individus ont atteint la longueur $l = 33$ cm sur la courbe B.

Il ne faudra toutefois pêcher qu'une partie de la biomasse et laisser en vie suffisamment de reproducteurs pour que la cohorte suivante soit aussi nombreuse.

Quelles informations faut-il connaître pour gérer la pêcherie?

Pour déterminer la taille à laquelle les poissons peuvent être pêchés et la quantité de poissons qu'on peut capturer il faut connaître:

- la biologie et l'écologie des espèces pêchées: les cycles de migration, la durée de vie et la vitesse de croissance, la mortalité, les périodes et les zones de reproduction.

Ces informations sont obtenues par les chercheurs en surveillant la taille des poissons, leur abondance, le degré de maturation des gonades² et en effectuant des marquages.

- les statistiques de pêche: elles sont recueillies au moment du débarquement du poisson.

Pour quelques pirogues prises au hasard on note l'engin de pêche utilisé, le poids de poisson pour chaque espèce; on mesure également quelques poissons, au hasard, pour chaque espèce. A intervalles réguliers, tous les six mois par exemple, il faut faire un inventaire complet des engins de pêche dans la pêcherie.

Connaissant, pour chaque catégorie d'engin, la prise moyenne par engin et le nombre d'engins on peut calculer les prises totales pour cette catégorie (les sennes de plage par exemple).

Les captures totales dans la pêcherie seront obtenues en additionnant les captures totales pour chaque catégorie d'engins (sennes de plage + filets maillants dérivants + etc...).

La collecte des statistiques de pêche doit être réalisée après concertation de tous les organismes impliqués dans la gestion de la pêcherie. Il faut en effet, pour des raisons d'économie et d'efficacité:

2 **Gonades:** organes reproducteurs.

- sélectionner les espèces les plus intéressantes;
- établir une classification des engins de pêche;
- établir un plan d'échantillonnage: sélection de quelques sites de débarquement et détermination de la fréquence des observations;
- harmoniser les méthodes: par exemple, quand on veut mesurer longueur d'un poisson, il faut préciser si on parle de la longueur standard, de la longueur à la fourche ou de la longueur totale (voir Figure I).

Toutes ces informations sont utilisées dans des modèles mathématiques pour connaître la taille de capture et le tonnage qu'on peut pêcher.

On trouvera à la fin de cette fiche, des exemplaires de formulaires pouvant être utilisés pour recueillir ces statistiques.

Mesures concrètes de gestion

Elles consistent à protéger les jeunes individus et à assurer la survie d'un stock suffisant de reproducteurs.

- Protection des jeunes individus

Plusieurs types de mesures peuvent être envisagées:

- interdiction de la pêche dans les zones d'habitat des juvéniles. Ces zones sont en général peu profondes: berges, zones inondées, mangroves. On peut également interdire des engins qui ne peuvent être utilisés que dans ces zones, comme certains engins traînants;
 - interdiction de la commercialisation de petits individus;
 - interdiction de la pêche quand les individus sont trop petits;
 - fixation d'une taille minimale des mailles. Trois longueurs peuvent être mesurées dans un filet (Figure 6): la longueur de maille étirée, après lestage, l'ouverture de maille ou encore la longueur du côté de maille, de noeud à noeud.
- Protection d'un stock suffisant de reproducteurs

Là encore, différentes mesures sont applicables:

- interdiction des moyens de destruction massive: explosifs, poisons;
- interdiction des engins trop performants: sennes de plage, sennes tournantes, filets maillants encerclants, ou limitation de leur nombre (par l'obligation d'avoir une licence);
- limitation de la taille des engins (filets maillants, sennes de plage, etc...);
- interdiction de la pêche dans les zones de concentration de reproducteurs, par exemple les mares en saison sèche;
- interdiction de la pêche pendant une partie de l'année.



Photo 53 La gestion des ressources halieutiques implique de collecter dans les ports de pêche un certain nombre de statistiques sur les quantités de poissons débarquées.

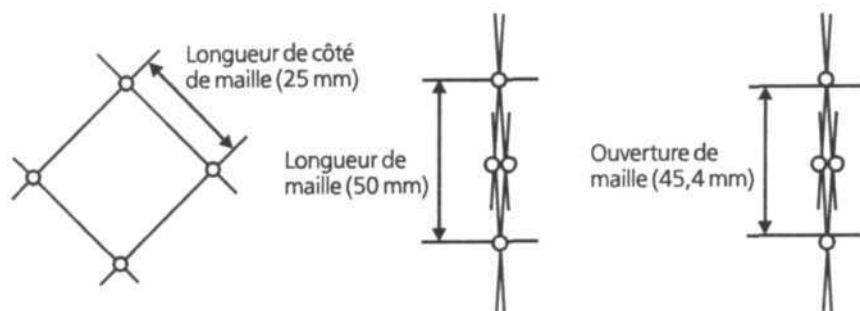


Figure 6 Mesure de la taille des mailles d'un filet

Des mesures de réglementation peuvent être prises en l'absence de toute connaissance spécifique de la pêche, en se référant à des réglementations existantes et aux connaissances disponibles dans la littérature. Les mesures seront cependant d'autant plus précises et efficaces que les informations sur la biologie des espèces et les statistiques de pêche seront plus complètes.

Les variations naturelles des ressources doivent être prises en compte dans la gestion de la pêche. **Des captures sans conséquence lorsque les conditions sont favorables peuvent être proches d'une surexploitation et conduire à un effondrement des stocks dans un contexte défavorable.** Il est donc essentiel de surveiller l'évolution du milieu naturel et d'étudier l'écologie des espèces, c'est-à-dire leur comportement lorsque le milieu varie.

4 L'aquaculture

Les captures des pêcheries peuvent ne plus suffire pour satisfaire la demande. On peut alors avoir recours à l'aquaculture.

Quatre types d'aquaculture sont pratiqués ou ont été expérimentés en Afrique de l'Ouest:

- l'aquaculture en bassin. Elle nécessite l'aménagement de bassins spéciaux et un renouvellement fréquent de l'eau par pompage, donc un investissement de base important. Ce type d'aquaculture peut être associé à des élevages de porcs ou de canards dont les excréments enrichissent le milieu. Il faut tout de même apporter un supplément d'aliments;
- l'aquaculture en cage. Les investissements sont beaucoup moins importants mais il faut alimenter les poissons avec des granulés qui peuvent être rapidement absorbés avant d'être perdus dans le milieu ambiant;
- les "acadjas". Des branchages sont accumulés dans des parcs délimités par du filet ou une barrière végétale;
- l'ostréiculture est pratiquée dans les zones saumâtres sur les étendues découvertes à marée basse. Les huîtres peuvent être posées à même le sol ou bien dans des casiers ou encore dans des sacs posés sur des tables.

Les espèces élevées

Poissons: les espèces les plus utilisées sont le Mâchoiron *Chrysichthys nigrodigitatus* et le Tilapia *Oreochromis niloticus*.

Crevettes: l'espèce jugée la plus intéressante est *Penaeus monodon*, originaire de l'Océan Indien, qui atteint une grande taille.

Huîtres: on utilise l'Huître de mangrove, *Crassostrea gasar*.



Photo 54 Sacs d'huîtres de mangrove sur cadres métalliques recouverts à marée haute (ici, un essai ostréicole en basse Casamance).

Deux types de difficultés

L'aquaculture est une activité nouvelle en Afrique et de nombreux projets ont échoué. Les difficultés sont de deux ordres:

- technique: avant de vouloir impliquer la population dans des projets d'aquaculture, il faut maîtriser les techniques d'élevage dans de petites installations expérimentales gérées par du personnel compétent;
- économique: les crevettes ou les poissons issus de l'aquaculture ne doivent pas coûter plus cher que les mêmes produits pêchés que l'on trouve sur le marché. Or les coûts de production sont souvent élevés dans les projets d'aquaculture. Il faut en effet tenir compte des chiffres suivants:
 - au Sénégal, la construction d'un bassin de 1 hectare revient à 8 millions de francs CFA (avant dévaluation);
 - un kilo de granulés pour l'alimentation des poissons élevés en cage revient à 350 francs CFA (avant dévaluation);
 - dans un acadja, il faut placer dix tonnes de branches par hectare chaque année.

Exemples de formulaires permettant de recueillir des statistiques de pêche

Formulaire 1 Espèces capturées par engin de pêche

PÊCHE ARTISANALE Secteur		Enquêteur Date:		
N° de fiche: Nombre de pêcheurs: Départ: Pose:		Port d'origine: Position: Retour:		Type de pêche: Profondeur: Temps de route:
	ESPECE	Nombre	Poids	OBSERVATIONS
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

Surveillance continue des oiseaux d'eau

La surveillance continue des oiseaux d'eau peut faire appel à un certain nombre de techniques, dont la plus importante et la plus utilisée dans le monde est celle des recensements réguliers.

Recensements réguliers

Les recensements réguliers des oiseaux d'eau dans des sites particuliers constituent un élément essentiel de nombreux programmes de recherche. **L'identification des espèces présentes est cependant un préalable indispensable à tout recensement.** Les données recueillies permettent:

- de calculer les fluctuations des populations;
- d'évaluer les besoins de conservation;
- de définir la structure communautaire d'un site particulier.

En comparant les résultats de ces recensements à ceux effectués dans d'autres sites, on peut déterminer les voies de migration à l'intérieur d'un couloir de migration pour chaque espèce concernée.

La surveillance continue d'un site, en comptant et en identifiant les espèces présentes régulièrement, sur une base journalière, hebdomadaire ou mensuelle, donne des renseignements sur:

- les périodes importantes auxquelles les oiseaux arrivent ou partent durant la migration;
- les périodes d'utilisation maximum du site par les oiseaux d'eau;
- le taux de renouvellement de la population;
- d'éventuelles modifications de l'habitat.

Il est très important de recueillir ces informations afin de mieux comprendre l'utilisation d'une région par les oiseaux. Ces données peuvent, à leur tour, servir de base à une étude plus scientifique, afin d'exercer des pressions en faveur de la conservation et d'établir les fondements d'un plan de gestion en faveur de l'avifaune¹ et/ou de l'habitat.

Toute autre technique de surveillance continue des oiseaux d'eau viendra compléter et non remplacer les recensements réguliers.

¹ **Avifaune:** ensemble des oiseaux

Baguage des oiseaux

Le baguage des oiseaux consiste à poser une marque, le plus souvent une bague en métal léger portant une adresse et un numéro d'identification. Si, à l'origine, le baguage a servi à étudier les migrations, celles-ci sont aujourd'hui connues dans leurs grandes lignes et il n'est plus nécessaire de travailler dans ce sens pour la plupart des espèces. Les recherches ont donc été orientées vers des problèmes nouveaux, notamment en démographie. Ainsi, le baguage d'une espèce aide à définir si les effectifs se maintiennent, diminuent ou augmentent.

Les résultats obtenus par le baguage et par les recensements indiquent s'il faut intervenir pour préserver une espèce en difficulté (sauvegarde des milieux, arrêt de la chasse...). Dans le cas contraire, lorsqu'une espèce devient un véritable fléau, comme le Travailleur à bec rouge (*Quelea quelea*), aussi connu sous le nom de Mange-mil, des mesures appropriées sont mises en oeuvre pour réduire ses effectifs (destruction locale sous contrôle scientifique).

Autres techniques

D'autres techniques, plus sophistiquées, permettent d'affiner le premier bilan de santé des populations que l'on peut effectuer avec les recensements.

Il s'agit de techniques comportant généralement des examens d'échantillons oiseaux prélevés dans la population ou de leurs produits, telle que l'analyse des niveaux de pesticides dans les oeufs des oiseaux piscivores.

1 Comment déterminer un oiseau?

Identifier un oiseau paraît difficile au premier abord, d'autant plus que les observations sont souvent fugitives. Mais avec un peu d'entraînement et de patience, on apprend vite à retenir les critères indispensables pour faire une bonne détermination.

Il faut avant tout se souvenir **qu'une détermination doit être le résultat d'une démarche logique** (qui peut néanmoins être rapide) faisant intervenir un ensemble d'indices. L'apparence extérieure n'est en effet qu'un des facteurs à examiner et le milieu, la distribution, les cris, le chant, les attitudes, le comportement, etc... sont autant d'indices dont il faut également tenir compte.

Le principe général consiste à procéder par élimination successive par comparaison avec d'autres espèces que l'on connaît déjà et auxquelles l'oiseau ressemble.

Caractères morphologiques²

La **taille** de l'oiseau est évaluée par comparaison avec des espèces que l'on connaît bien, comme le Canard, la Tourterelle, le Quelea, l'Aigle, etc... Il faut pouvoir dire "un peu plus grand qu'un Quelea, un peu plus petit qu'une Tourterelle". Les dimen-

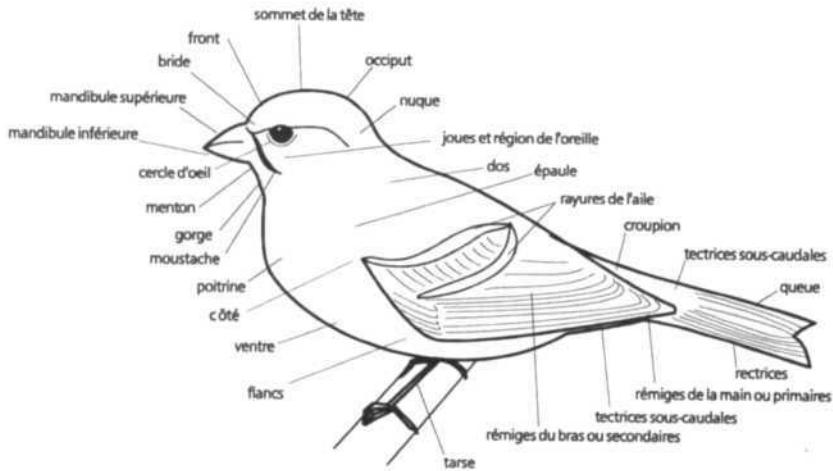


Figure 1 Anatomie simplifiée d'un oiseau

sions que l'on trouve dans les livres indiquent la taille de la pointe du bec de l'oiseau au bout de sa queue.

La **forme du corps** est massive ou élancée. Les taches et les rayures, ainsi que la **couleur** dominante du plumage sont notées.

La **forme de la tête** est globuleuse, massive, arrondie... La tête peut être portée sur un long cou (comme un héron) ou au contraire rentrée dans les épaules.

La **longueur et la forme du bec** donnent des renseignements importants: le bec est long ou court, droit, incurvé ou crochu. Quand l'oiseau est vu d'assez près, on note sa couleur.

Les formes des becs sont extrêmement diversifiées et indiquent souvent le régime alimentaire des espèces. Par exemple, le bec conique des queleas leur permet de décortiquer les graines; le bec en forme de poignard du Martin-pêcheur lui permet de harponner les poissons.

Les **dessins de la tête**, comme les calottes, les sourcils et les bandeaux sont souvent bien visibles et complètent l'observation.

2 **Morphologie:** apparence extérieure.

La **queue** peut être longue ou courte, arrondie ou échancrée. Elle est souvent colorée ou bordée de clair et le croupion peut trancher sur le reste de la livrée par une teinte vive.

Les **ailles** sont longues ou courtes, larges ou étroites, arrondies ou pointues. Les signes distinctifs (taches ou bandes de couleur différente du reste du plumage) sont importants à observer. La façon de voler aussi est très révélatrice (voir plus loin).

Les **pattes** sont longues ou courtes, fines ou fortes. Elles peuvent être palmées, lobées, munies de longs doigts, de griffes acérées ou emplumées. La couleur des pattes est un caractère de terrain très important.

Lorsque les oiseaux se déplacent au sol, la forme des pattes renseigne sur le mode de vie des espèces:

- oiseaux marcheurs: tarses longs et fins ou robustes. L'ongle postérieur présente un allongement qui augmente la stabilité au cours de la marche.
- oiseaux percheurs: ongle postérieur très recourbé qui rejoint les autres doigts lorsque l'oiseau est perché. Cette particularité leur permet d'avoir une position stable et durable sur un perchoir. Au sol, les oiseaux percheurs se reconnaissent facilement puisqu'ils ne marchent pas mais sautillent.
- oiseaux grimpeurs (comme les pics): ils ont une disposition particulière des doigts (deux vers l'avant, et deux vers l'arrière) qui facilite le maintien de la position verticale du corps quand ils grimpent le long des troncs.
- oiseaux chasseurs: les rapaces sont munis de serres puissantes, indispensables pour saisir et tuer leurs proies. Les martinets ont de très petites pattes mais présentent en revanche un allongement des ailes, ce qui leur permet de mener une vie aérienne intense.
- oiseaux nageurs: chez les canards, les doigts sont réunis par des palmures plus ou moins épaisses et développées; chez les poules d'eau, les palmures sont réduites et n'existent que sur les bords des doigts.

Caractéristiques du vol

Les caractéristiques du vol sont très variables chez les oiseaux. Pour simplifier, nous ne retiendrons que deux grandes catégories de vol:

- **le vol battu.** L'individu assure sa progression et sa sustentation¹ par des mouvements d'ailes qui prennent appui sur l'air à la façon d'une rame. Beaucoup d'espèces utilisent ce type de vol, notamment les canards, les pigeons, etc... La durée, le rythme et l'amplitude des battements d'ailes diffèrent d'une espèce à l'autre et on peut donc distinguer:

le vol battu à progression continue;

3 **Sustentation:** maintien en équilibre durant le vol.

- le vol battu à progression alternée. Les séquences de battements sont interrompues par de courts planés, ce qui donne l'aspect d'un vol onduleux.
- **le vol plané.** L'individu se déplace sans battre des ailes en utilisant les ascendances d'air chaud ou le vent (vautour...).

Chant et cris

La voix facilite beaucoup l'identification, surtout pour les espèces de taille et de coloration très voisines. Un bon ornithologue⁴ peut travailler presque autant à l'ouïe⁵ qu'à la vue, surtout dans les milieux fermés (forêts).

L'apprentissage des cris et des chants des oiseaux n'est pas chose aisée, surtout qu'il est difficile de transcrire ces cris ou ces chants sur le papier. Seule l'expérience permettra d'affiner son sens de l'ouïe. La façon de travailler est la même que pour les caractères morphologiques: comparaison avec d'autres cris ou chants déjà connus et éliminations successives.

Attitude et démarche au sol et sur l'eau

L'oiseau sautille, marche ou court par à-coups. Hoche-t-il souvent la queue? Le corps peut avoir plusieurs positions, à l'arrêt ou lors d'un déplacement: horizontale, verticale ou inclinée.

Si l'oiseau nage, flotte-t-il haut sur l'eau comme une Poule d'eau, ou bas, le dos presque à niveau comme un Cormoran? Plonge-t-il complètement ou se contente-t-il de barboter la queue en l'air? Décolle-t-il progressivement, en courant sur la surface comme une Poule d'eau ou s'envole-t-il d'un bond comme une Sarcelle?

Comportement en groupe

L'oiseau à identifier semble-t-il être isolé ou accompagne-t-il d'autres individus semblables en petits groupes ou en groupes importants qui évoluent avec ensemble?

Milieu

Le milieu dans lequel on trouve l'oiseau permet également de restreindre le choix par élimination des oiseaux qui ne fréquentent pas ce type de milieu.

Les guides d'identification donnent en général des renseignements sur les divers milieux fréquentés par les différentes espèces d'oiseaux et également sur la distribution dans le monde et les dates de présence dans un pays ou une région.

4 **Ornithologue:** spécialiste des oiseaux.

5 **Ouïe:** sens qui permet d'entendre.

Conclusion

La patience et l'expérience vous aideront peu à peu à vous servir des guides d'identification (la Figure 2 donne des exemples de dessins apparaissant dans ces guides pratiques), à repérer les caractères qu'il faut principalement regarder pour identifier une espèce dans un genre ou une famille donnée. Les variations du plumage entre mâles et femelles, entre plumage nuptial (avant et pendant la période de reproduction) et plumage d'éclipse (après la période de reproduction) ne simplifient pas les choses, mais peu à peu, en comparant avec des espèces que vous connaîtrez bien, vous arriverez à déterminer des espèces plus rares ou des espèces qui se ressemblent mais qui n'ont pas la même écologie.

Devant une espèce que vous ne connaissez pas, il est important de prendre des notes sur les caractères morphologiques ou autres que vous observez, ce qui vous évitera de commettre des erreurs par la suite quand vous consulterez un guide d'identification. Ce qui est écrit demeure, ce qui n'est pas écrit peut prêter à confusion surtout lorsque l'on consulte un guide.

Et puis soyez critique dans vos déterminations. **On ne peut pas tout connaître.** Un bon ornithologue n'a pas honte d'avouer qu'il ne connaît pas l'espèce qu'il vient de voir. Il vaut mieux ne rien noter plutôt que de donner un nom inexact dans un rapport.

2 Comment dénombrer les oiseaux d'eau?

Chaque espèce d'oiseaux d'eau a ses propres habitudes et comportements et il est donc important de **prévoir une méthode de recensement adaptée aux espèces que l'on se propose de recenser.**

Les canards par exemple sont grégaires et passent la journée sur les plans d'eau ouverts ou les berges peu profondes. Une fois connue, leur répartition est facilement prévisible. Une stratégie de recensement pourra donc consister à visiter les lieux de rassemblement connus.

Certains échassiers et hérons, par exemple la Barge à queue noire, le Chevalier combattant, le Héron garde-boeuf et l'Aigrette garzette, se reposent la nuit et on peut suivre leurs envolées vers le point de rassemblement au moment du crépuscule, période de la journée qui est donc favorable à un recensement complet.

En revanche, il est plus rare que les grands rassemblements de grues couronnées aient lieu en des points prévisibles et les observateurs doivent couvrir de grandes distances pour localiser de petites bandes dispersées, voire des couples d'oiseaux.

Le recensement se fera soit par écrit, directement sur le terrain, dans un cahier spécial, soit au dictaphone⁶. Tous les résultats seront transcrits le plus rapidement possible sur des formulaires de recensement (comme ceux fournis par le BIROE, dont on trouvera des exemples à la fin de cette fiche) pour faciliter le stockage et l'accès aux données.

6 **Dictaphone:** petit magnétophone de poche permettant de dicter des rapports ou courriers.

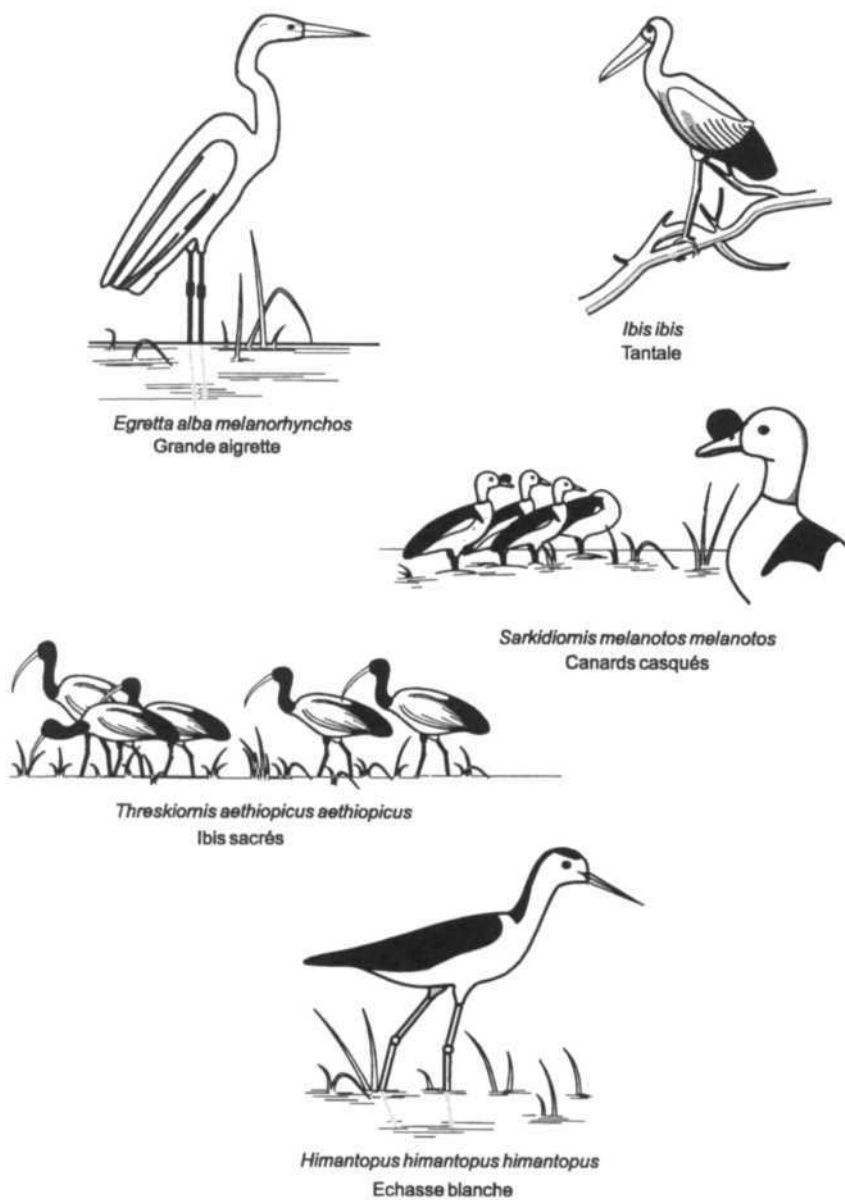


Figure 2a Quelques espèces d'oiseaux des zones humides (Source: Harthoorn, 1990)

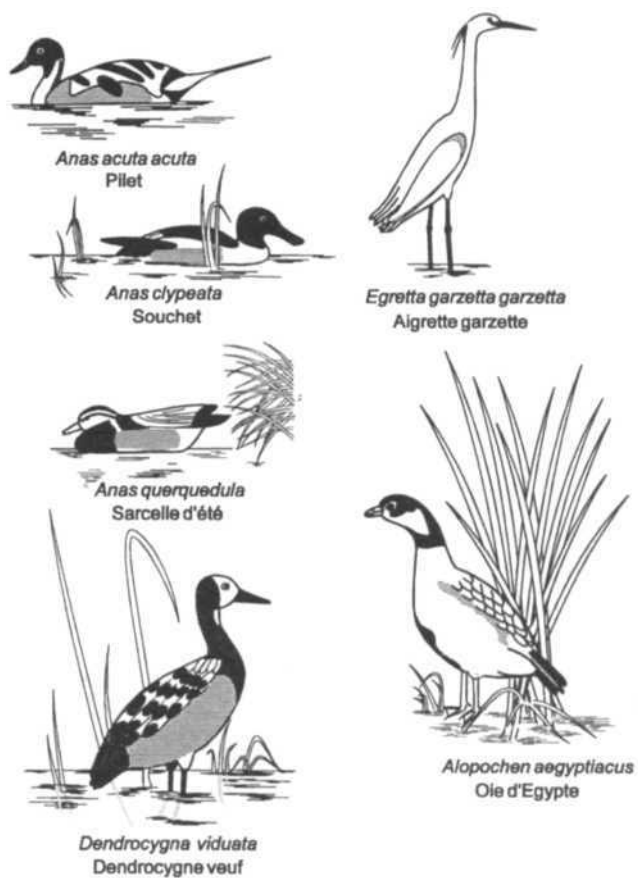


Figure 2b Quelques espèces d'oiseaux des zones humides (Source: Harthoorn, 1990)

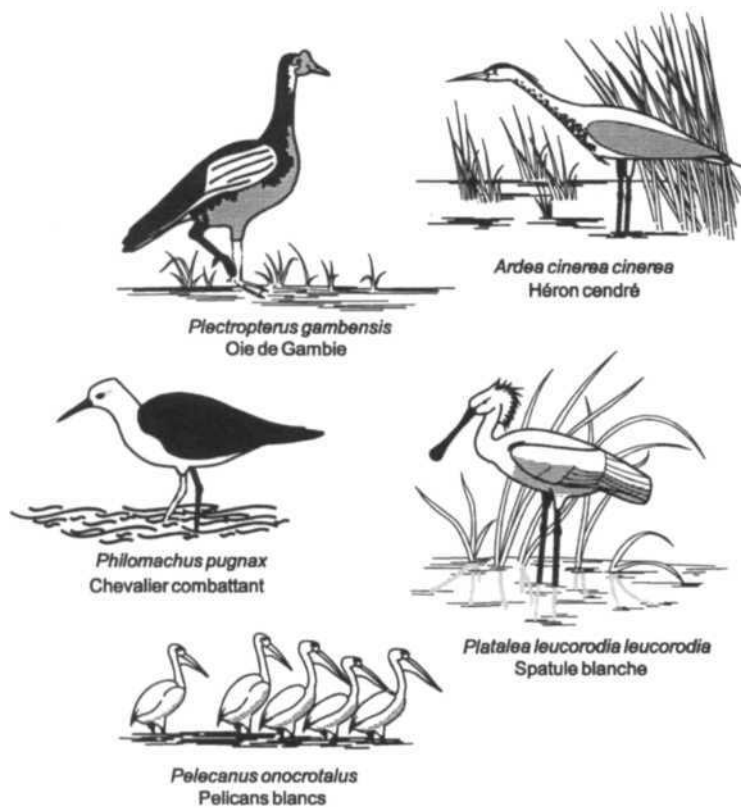


Figure 2c Quelques espèces d'oiseaux des zones humides (Source: Harthoom, 1990)



Photo 55 Le suivi des populations d'oiseaux donne des renseignements non seulement sur la biologie de l'espèce, mais aussi sur l'attractivité des habitats et donc sur la qualité de l'environnement.



Photo 56 La détermination et le dénombrement des oiseaux est une question d'habitude, mais une démarche logique et différentes techniques simples permettent d'obtenir rapidement de bons résultats.

Compter ou estimer?

Les effectifs d'oiseaux d'eau peuvent être soit comptés précisément, soit estimés. Le choix d'une méthode dépendra des réponses aux questions suivantes:

- quel est le temps disponible?
- quelles sont les conditions du site? Les oiseaux sont-ils très éloignés de l'observateur? Sont-ils difficiles à distinguer au milieu de la végétation?
- quelle est l'étendue du site de recensement? Serait-il utile de le subdiviser?
- comment les oiseaux se comportent-ils? Volent-ils? Y a-t-il des perturbations qui pourraient déranger l'opération de comptage?
- quelles sont les conditions météorologiques? Y a-t-il des brumes de chaleur, des vents forts ou de la pluie?
- quel est le nombre total approximatif d'oiseaux présents?

Comptage individuel	Estimation
Seul un petit nombre d'oiseaux (moins de 3.000) sont présents.	Le nombre d'oiseaux présents est élevé (3.000 ou plus).
Le mouvement des oiseaux est limité. Cas, par exemple, d'oiseaux stationnaires, se nourrissant ou au repos.	Les oiseaux sont continuellement en vol, par exemple grandes bandes en route vers un site de repos.
Il y a peu ou pas de perturbations (oiseaux de proie, hommes), qui pourraient forcer les oiseaux à s'envoler fréquemment.	Il y a beaucoup de perturbations et, de ce fait, les oiseaux se déplacent continuellement, rendant toute observation prolongée difficile.
Les oiseaux se trouvent sur un site peu étendu.	Les oiseaux sont rassemblés sur une aire de repos et forment un groupe compact, ce qui fait qu'ils ne sont pas tous entièrement visibles.
Les oiseaux sont dispersés dans une zone ouverte (ils sont par exemple en train de se nourrir sur une grande vasière intertidale).	L'identification des espèces n'est pas possible en raison du mauvais éclairage (par exemple plein soleil) ou lorsqu'une grande distance sépare l'observateur des oiseaux.

Lorsqu'on choisit de compter les oiseaux, on recherchera un maximum de précision.

Méthodes de comptage individuel précis

Le comptage précis repose sur l'observation rapprochée des oiseaux à la jumelle ou au télescope:

- compter individuellement tous les oiseaux 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, etc... (Figure 3a);
- compter les groupes d'oiseaux par multiples de 2 (2, 4, 6, 8, 10, etc...) ou de 3 (3, 6, 9, 12, 15, etc...), qu'ils soient répartis de façon régulière ou non (Figure 3b). C'est une méthode plus rapide que le comptage un par un;
- lorsqu'un grand groupe est subdivisé en sous-groupes d'importance variable, compter chaque sous-groupe individuellement et additionner les chiffres de chaque sous-groupe pour obtenir le total (Figure 3c).

Méthodes d'estimation

On utilise la méthode dite "en blocs" lorsque l'on cherche à estimer l'importance de groupes d'oiseaux en vol ou pour évaluer les rassemblements très denses sur un site de perchage. Elle est également utilisée pour l'évaluation aérienne des grandes bandes d'oiseaux.

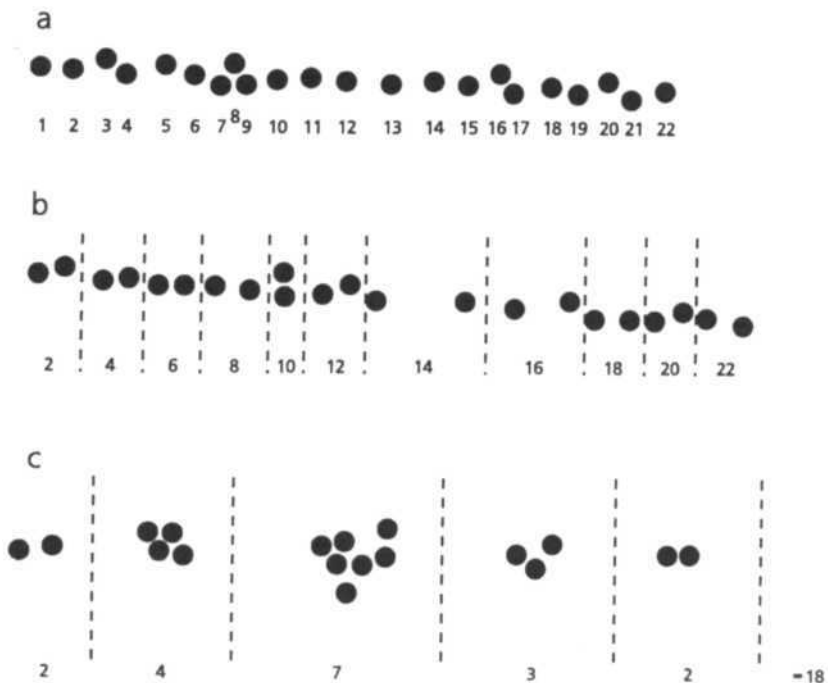


Figure 3 Comptage des oiseaux

Il s'agit de compter ou d'estimer un "bloc" de 10, 100 ou 1.000 oiseaux (suivant la dimension du groupe).

Dans l'exemple de la Figure 4, un groupe de 10 oiseaux est compté individuellement et avec précision. A partir de cette "image" d'un "bloc" de dix oiseaux, l'observateur balaie le groupe du regard pour voir combien de blocs de cette taille il peut contenir.

Ainsi, le groupe d¹ oiseaux de la Figure 4 peut se répartir en 6 blocs de 10 oiseaux plus quelques individus, soit une estimation de 60 à 70 individus. En réalité, le groupe compte 66 oiseaux.

En règle générale, et selon la taille des groupes, le bloc doit être supérieur à 1 % et inférieur à 10% de l'ensemble, ce qui veut dire qu'un groupe de 500 individus est plus facile à compter en blocs de 10, 20 ou 50, et un groupe de 20.000 individus, en blocs de 250, 500 ou 1.000.

Le groupe d'oiseaux de la Figure 5 peut se répartir en 9 blocs de 50 oiseaux plus quelques individus, soit une estimation de 450 à 500 individus. En réalité, le groupe compte 491 oiseaux.

Il est très important d'acquérir autant d'expérience que possible en pratiquant des comptages et des estimations de grands rassemblements d'oiseaux. Avec le temps, il deviendra plus facile d'estimer de grandes bandes d'oiseaux avec précision et l'utilisation de la "méthode des blocs" deviendra naturelle.

Technique de comptage sur le terrain

Le recensement peut être fait par un seul observateur ou par une équipe de deux personnes. Un observateur seul aura peut-être de la peine à compter et à enregistrer un nombre très important d'oiseau sans l'aide d'un pointeur manuel⁷. Toutefois, on peut s'aider en repérant des "trous" dans un groupe ou viser, avec une perche ou un piquet, un endroit précis pour s'arrêter de compter et noter les chiffres dans un cahier.

Une équipe composée de deux personnes peut se répartir les tâches: un observateur (muni de jumelles et d'un télescope) qui identifie, compte (ou estime) et dicte les résultats à la seconde personne qui les enregistre dans un cahier ou sur un formulaire de comptage préparé à cet effet. Deux personnes peuvent en outre discuter des chiffres estimés et de l'identification des espèces, ce qui permet d'une part d'être plus précis et d'autre part de se perfectionner.

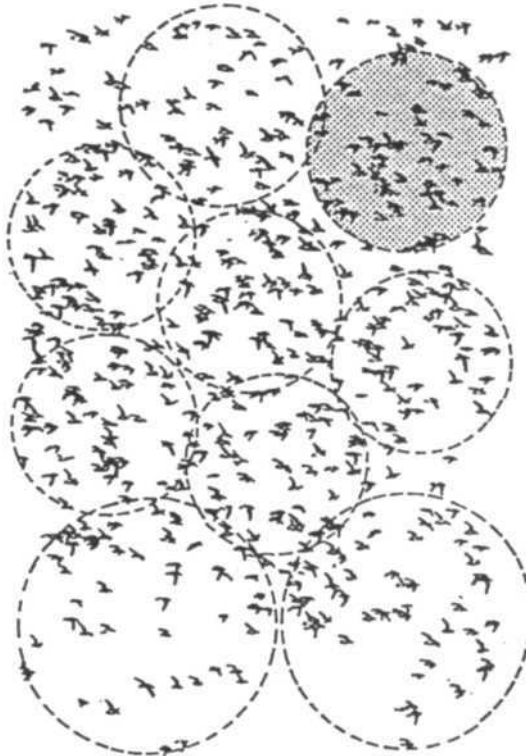
Un recensement doit se préparer avant même de sortir sur le terrain. Il faut se munir d'une carte la plus détaillée possible de la zone que l'on veut étudier et choisir l'itinéraire du dénombrement en fonction des voies d'accès (à pied, en voiture, en bateau, etc...) et de la position du soleil (pour toujours le garder dans le dos car les

7 **Pointeur manuel:** petit compteur mécanique permettant de faire un recensement: à chaque pression du doigt l'appareil ajoute une unité (une unité peut correspondre à un oiseau, à 2 ou 3 si on compte par multiples, ou même à 50, 100 ou 1.000 oiseaux si on fait une estimation par blocs).



Cercle grisé: nombre compté avec précision
Cercles blancs: projection de l'image du cercle grisé = nombre estimé

Figure 4 Estimation de la taille d'un groupe d'oiseaux par projection de l'image d'un sous-groupe de 10 individus (Source: Howes & Bekewell, 1989)



Cercle grisé: nombre compté avec précision
Cercles blancs: projection de l'image du cercle grisé = nombre estimé

Figure 5 Estimation de la taille d'un groupe d'oiseaux par projection de l'image d'un sous-groupe de 50 individus (Source: Howes & Bekewell, 1989)



Photo 57 Les recensements sont plus simples à effectuer à deux et nécessitent un certain matériel: jumelles, télescope et trépied, formulaires de comptage, documents pour la détermination des espèces, etc...

recensements effectués à contre-jour sont peu fiables). Si le relief le permet, on choisira de préférence des positions qui dominent la zone humide.

Les recensements, qu'ils soient effectués seul ou à deux, peuvent se faire de deux manières:

- comptage espèce par espèce: compter tous les individus d'une espèce, puis d'une deuxième et ainsi de suite, en commençant par la plus abondante et en finissant par celle qui est la moins fréquente.

Bien qu'assez lente, cette méthode est idéale lorsque les oiseaux sont posés à un endroit et ont peu de chances de s'envoler;

- comptage simultané de toutes les espèces: balayer avec les jumelles une bande d'oiseaux et compter de gauche à droite, par exemple: Chevalier gambette (2); Courlis corlieu (1); Pluvier gris (3); Chevalier gambette (4), etc... jusqu'à ce que tous les oiseaux aient été comptés.

Cette méthode est rapide et convient tout particulièrement aux groupes très espacés ou aux régions où les oiseaux se déplacent souvent. Il est plus facile et plus rapide pour l'observateur de dicter les chiffres à son collègue que de le faire lui-même au dictaphone.

On trouvera ci-après une description de techniques de comptage de limicoles sur les sites de repos (marée haute) et de nourrissage (marée basse). Ces techniques sont évidemment adaptables à d'autres espèces sur d'autres milieux.

Recensement des limicoles sur les sites de repos de marée haute

Les sites de repos de marée haute se trouvent généralement dans les régions adjacentes aux zones intertidales et ils contiennent de nombreux oiseaux limicoles de cette zone. Les sites sûrs sont souvent fidèlement réutilisés par les oiseaux chaque année, ce qui permet de faire des comparaisons d'une année à l'autre. Les oiseaux des zones non affectées par la marée peuvent aussi se rassembler dans des sites de repos le soir.

A condition que l'aire de repos soit utilisée par la majorité des oiseaux présents dans la région, le comptage des oiseaux sur les perchoirs dans ces sites est une méthode très efficace pour identifier la composition des espèces ainsi que l'abondance globale et les fluctuations des espèces en un lieu donné.

La méthode suivante peut être utilisée pour compter les limicoles sur les sites de repos de marée haute:

- balayer la zone à l'aide de jumelles pour localiser les principales concentrations d'oiseaux;
- compter ou estimer la taille globale du groupe à l'aide de jumelles, par ex. 2.000 oiseaux;
- monter un télescope sur un trépied;
- balayer le groupe dans une direction, par exemple de gauche à droite, à l'aide du télescope, et noter toutes les espèces ainsi aperçues;
- évaluer les espèces dominantes présentes, par exemple Courlis cendré 40%, Bécasseaux variables 10%, etc...

Ces différentes étapes permettant d'obtenir quelques données même si le site est perturbé et si les oiseaux s'envolent.

Il s'agira ensuite, dans la mesure du possible, de procéder au comptage précis des espèces individuelles et il faudra, à l'aide du télescope, balayer lentement le groupe pour compter chaque espèce.

Recensement des limicoles sur leur site de nourrissage

Les recensements de ce type se font dans les zones intertidales, dans les marais d'eau douce, les rizières ou les berges de lacs. En général, la distance entre l'observateur et les oiseaux en train de se nourrir est considérable dans une région plate.

Pour faciliter le dénombrement dans un site de nourrissage, on peut diviser ce site à l'aide de repères, comme des pieux ou trappes utilisés pour la pêche, qui restent souvent en permanence dans les vasières, ou de traits physiques tels que petites baies, arbres isolés, promontoires, canaux, etc... Il suffit alors de compter les oiseaux entre ces repères et d'ajouter les différents résultats obtenus.

Dans certains cas, les lieux de nourrissage utilisés par les oiseaux sont trop vastes pour pouvoir y effectuer un recensement précis (au sol) de façon régulière. Il faut alors choisir une petite parcelle (par exemple moins de 25 hectares), la délimiter et la surveiller régulièrement.

Surveillance continue du site

La surveillance continue d'un site particulier implique des visites régulières (une fois par mois au moins, mais pouvant aller jusqu'à une fois par semaine selon l'effort de terrain nécessaire) pour identifier, compter et enregistrer toutes les espèces d'oiseaux d'eau présentes.

La surveillance continue sert avant tout à identifier les périodes importantes durant lesquelles le site est utilisé par les oiseaux, par exemple, les mois où la diversité des espèces ou le nombre total d'oiseaux sont les plus élevés, et à enregistrer les changements réguliers d'utilisation du site.

La surveillance continue peut être coordonnée avec un organisme national ou régional, afin de fournir des données destinées à un recensement national ou régional coordonné. Ces recensements coordonnés (lorsque différents sites sont visités simultanément dans un pays, une région ou même un couloir de migration) fournissent des renseignements très précieux sur:

- l'utilisation de différents sites par des espèces durant une même période de temps;
- l'utilisation de certains sites le long d'un couloir de migration et le rapport entre cette utilisation et les voies de migration de différentes espèces;
- le calendrier de migration de différentes espèces;
- l'effectif des populations de différentes espèces le long d'un couloir de migration (pour les oiseaux migrateurs) ou dans un pays (pour les oiseaux résidents).

Pour les recensements impliquant une surveillance régulière du site et si l'on veut que les données soient comparables à long terme, il faut:

- se rendre sur le même site à chaque visite d'étude et ne compter que les oiseaux présents dans les limites fixées au début;
- utiliser les mêmes techniques pour toutes les visites, par exemple: à pied, en bateau, à l'aide de jumelles, d'un télescope, et cela **toujours à partir** des mêmes **points d'observation**;
- dans la mesure du possible, rechercher des conditions similaires (surtout lorsqu' il s'agit d'une zone affectée par la marée); il faut, par exemple, effectuer toutes les visites à marée haute ou à marée basse; dans un autre site, toutes les visites auront lieu soit à l'aube soit le soir.

Recensements aériens

Dans certaines zones humides, il est impossible de couvrir correctement et dans un laps de temps suffisamment court, tous les sites de repos connus des canards en opérant à partir du sol. Dans d'autres régions, les groupes d'oiseaux peuvent comporter plusieurs dizaines de milliers d'individus et le recensement au sol est donc très difficile à moins de trouver des points de vue en surplomb, au-dessus des sites de repos.

Dans ces cas, les recensements aériens donnent de meilleurs résultats. On utilise alors de petits avions à 4 ou 6 places, à ailes hautes pour ne pas gêner la vision vers le bas.

Le plan de vol est déterminé par le navigateur assis à côté du pilote et les deux observateurs, assis à l'arrière, comptent les oiseaux de chaque côté de l'appareil. Le pilote devra maintenir des vitesses relativement modérées (90 à 100 km/h) et des altitudes faibles (50 à 60 m) afin que les observateurs aient le temps d'identifier et de compter les oiseaux. Le nombre d'oiseaux est enregistré au dictaphone et transcrit ultérieurement.

Les recensements aériens exigent des aptitudes particulières et une formation dispensée par des personnes ayant déjà une bonne expérience dans ce domaine.

Les recensements aériens reviennent cher étant donné le prix élevé de la location des avions, c'est pourquoi il vaut mieux les utiliser pour compléter et non pas pour remplacer les recensements au sol.

Formulaire de comptage

Il est important d'utiliser des formulaires standardisés, afin de noter des données comparables à chaque fois et de faciliter l'informatisation, c'est-à-dire le traitement par ordinateur, des données.

Il est conseillé d'utiliser les formulaires du BIROE (fournis sur demande par l'organisation), très utiles pour l'Afrique de l'Ouest. On en trouvera des exemplaires de ces formulaires à la fin de cette fiche:

- le **formulaire site** n'a besoin d'être rempli qu'une seule fois, en indiquant très précisément les coordonnées géographiques et en faisant un croquis de ses limites;
- le **formulaire de comptage** sera ensuite utilisé à chaque visite du même site.

3 Le baguage des oiseaux

Comment procéder?

Le marquage des oiseaux nécessite tout d'abord leur capture. Diverses techniques sont utilisées en fonction des espèces que l'on veut attraper. Les filets en nylon, appelés filets japonais, sont les plus employés car ils sont peu encombrants et d'un montage facile. Pour d'autres espèces, on utilise des nasses et des filets rabattants qui ont fait leurs preuves.

Pour mener à bien une étude, il faut que les individus capturés, une fois pesés, mesurés et marqués, soient relâchés dans les meilleures conditions possibles afin que l'on puisse les retrouver ultérieurement. Toutes les mesures sont donc prises pour leur assurer une sécurité optimale lors des piégeages et des manipulations.

Qui peut capturer et baguer tes oiseaux?

En France et dans de nombreux pays francophones, notamment en Afrique de l'Ouest, les opérations de baguage sont contrôlées par le Centre de Recherches sur la Biologie des Populations d'Oiseaux (CRBPO) au Muséum national d'histoire naturelle de Paris.

D'autres organisations sont également actives en Afrique de l'Ouest et, par exemple en Guinée-Bissau les baguages sont contrôlés par un organisme portugais. Ces diverses organisations cherchent à coordonner leurs activités au sein d'une structure européenne dénommée European Ringing Group (EURING).

Le CRBPO fournit les bagues, dont les tailles sont adaptées aux espèces d'oiseaux que l'on veut baguer, aux ornithologues professionnels ou amateurs dont les compétences dans ce domaine ont été préalablement confirmées par un examen. Il faut aussi que le programme de baguage envisagé (espèces à marquer) corresponde au plan général d'action du CRBPO.

Que faire si l'on trouve un oiseau bagué?

Si vous trouvez ou si quelqu'un vous apporte un oiseau bagué, vous devez écrire une lettre indiquant les circonstances de la découverte, la date, le lieu exact et la distance par rapport à une grande ville que vous nommerez, ainsi que le nom de l'oiseau si vous le connaissez. Vous ajoutez votre nom et votre adresse.



Photo 58 Le baguage des oiseaux d'eau (ici une Guifette leucoptère *Chlidonias leucopterus* capturée au Mali) a permis d'élucider les trajets effectués par les espèces paléarctiques entre les zones humides du Sahel et celles de Sibérie.

Si l'oiseau est vivant, vous transcrivez soigneusement sur cette lettre toutes les informations figurant sur la bague (nom de la station émettrice, lettre et numéros) et vous relâchez l'oiseau. Si celui-ci est mort, vous enlevez la bague, vous l'aplatissez et la collez sur la lettre avec un morceau de bande adhésive. Vous adressez le tout (lettre et, éventuellement, bague) à l'adresse suivante:

Centre de recherches sur la biologie des populations d'oiseaux - CRBPO
55, rue de Buffon
75005 Paris
FRANCE

Que se passera-t-il ensuite?

Le CRBPO recherchera dans ses dossiers les informations concernant la pose de la bague sur cet oiseau particulier: nom de l'oiseau, date et lieu du baguage, nom du bagueur, etc... De plus la distance parcourue pourra être calculée. Si l'oiseau a été bagué dans un autre pays, le CRBPO prendra contact avec la station émettrice de la bague pour obtenir ces informations.

Finalement, après un délai plus ou moins long nécessaire pour réunir toutes les informations concernant cet oiseau, vous recevrez une fiche (Figure 6), avec tous les renseignements concernant la pose de la bague et la reprise par vous-même.

Vous ne recevrez pas de récompense car il est déjà arrivé que certaines personnes massacrent un grand nombre d'oiseaux pour tenter d'en trouver un avec une bague (et espérer obtenir ainsi une récompense), ce qui n'est pas le but recherché par le baguage, mais vous aurez la satisfaction d'avoir aidé les chercheurs qui se sont donnés du mal pour capturer et marquer cet oiseau et d'avoir ainsi contribué à leurs études.

Chaque année, deux millions d'oiseaux sont bagués en Europe et en Afrique. Seul un petit pourcentage de bagues est retrouvé. Si vous ne pouvez envoyer vous-même la bague ou les informations portées sur la bague au CRBPO, vous pouvez toujours contacter le laboratoire d'ornithologie de l'ORSTOM à Dakar:

Laboratoire d'ornithologie
ORSTOM
B.P. 1386
Dakar
SENEGAL

Téléphone: 32 34 80 ou 32 34 76

BAGUE	LONDON Autres marques	DK.01949 Numéro non vérifié
ESPECE	STERNA SANOVICENSIS STERNE CAUSEX	
SEXE-AGE STATUT	Sexe inconnu Poussin	
DATE DE BAGUAGE	01/07/89	
LIEU DE BAGUAGE	PENTLAND SKERRIES DIRKNEY GRANDE-BRETAGNE	
COORDONNEES	58 . 41 N / 2 . 55 W	
DATE DE REPRISE	04/06/90	(lettre du 13/06/90
LIEU DE REPRISE	RUFISQUE, CAP VERT SENEGAL	
COORDONNEES	14 . 43 N / 17 . 17 W	
CONDITIONS	STERNE mort récente piégé, à l'homeçon	
INFORMATEUR	MR ABDOU SOUW	
CORRESP.	MR B. TRECA ORSTOM BP 1386, DAKAR SENEGAL	

REF : 901268

C.R.B.P.O., Museum National d'Histoire Naturelle
55, Rue Buffon - 75005 PARIS

Nous vous remercions pour les informations communiquées
Veuillez nous avertir de toute erreur constatée sur cette fiche

C.R.B.P.O., 55, rue de Buffon, Paris (5*)

Nous vous remercions d'avoir bien voulu nous communiquer les renseignements concernant l'oiseau bagué que vous avez trouvé et au sujet duquel nous vous envoyons au dos de cette carte les précisions concernant le baguage.

Nous vous demandons de bien vouloir vérifier si les renseignements ainsi recueillis sont exacts. Ces informations nous sont extrêmement utiles puisqu'elles viennent s'ajouter à celles que nous possédons déjà et qui nous permettront d'étudier les voies migratoires et autres problèmes posés par les oiseaux.

Si dans l'avenir l'un de vos amis trouvait d'autres oiseaux bagués, n'oubliez pas de lui conseiller de nous communiquer le numéro de la bague, la date, le lieu et les conditions de reprise.

a) Si l'oiseau est mort, prendre la bague et nous l'envoyer après l'avoir aplatie.

b) Si l'oiseau n'est pas mort et susceptible d'être relâché, relevez soigneusement l'inscription de la bague pour nous la communiquer. L'oiseau sera ensuite relâché porteur de sa bague.

Encore une fois merci.



SPÉCIMEN
N° 320

M. B. TRECA

B.P. 1386


DAKAR,


SENEGAL



Figure 6

Exemple de fiche renvoyée par le CRBPO après avoir reçu des informations concernant un oiseau bagué

<p>CARTE DU SITE (OU UNITE DE COMPTAGE)</p>	<p>N° QUADRAT:.....</p>
<p>Délimiter la surface couverte par les observateurs et préciser l'endroit d'où sont faits les comptages d'oiseaux d'eau, en indiquant les repères géographiques qui vous semblent les plus importants (villes, routes, rivières, collines, etc.). Si les recensements sont faits par avion, indiquer si possible le parcours habituel de l'appareil.</p>	
	
<p>(il est également possible de coller – et d'annoter – une carte dans cet espace)</p>	
<p>COMMENTAIRES: (utilisation du territoire, aménagement, chasse, menaces éventuelles ...)</p>	
<p>NOM ET ADRESSE DE L'INFORMATEUR</p>	<p>DATE DE REDACTION</p>

BUREAU INTERNATIONAL DE RECHERCHES SUR LES OISEAUX D'EAU ET LES ZONES HUMIDES IWRB BIROE SLIMBRIDGE GL2 7BX ROYAUME UNI				RECENSEMENTS D'OISEAUX D'EAU EN AFRIQUE DE L'OUEST	
Ce formulaire permet de comptabiliser les oiseaux d'eau présents sur un site donné (FICHE VERTE). A chaque nouveau comptage doit correspondre une nouvelle fiche de recensement. Conservez un exemplaire de ce formulaire dans vos archives, ou demandez au BIROE de vous en faire parvenir une copie. Ne tardez pas à nous renvoyer ce formulaire.					
NOM DU SITE: (ou quadrat)			DATE DU RECENSEMENT: JANVIER 19		
PAYS, PROVINCE, REGION:			CODE LOCAL:		
COUVERTURE: (la couverture est-elle complète? si la couverture est partielle, indiquer approximativement le % de la surface couverte par les observateurs. Donnez le nombre d'observateurs). <p style="text-align: center;">Le site a-t-il déjà fait l'objet d'un comptage (OUI-NON). Si OUI, date:</p>					
COMMENTAIRES: (état d'inondation de la localité, conditions météorologiques, visibilité, ... Si le dénombrement a été fait par avion, indiquer si possible le temps passé sur la localité. Autres commentaires bienvenus, notamment en ce qui concerne les activités – pâturage, culture, pêche, chasse – observées au moment du comptage)					
RESULTATS DU RECENSEMENT (Ecrivez LISIBLEMENT en prenant soin de bien FORMER vos chiffres)					
PELICANS _____ Pélican gris – <i>Pelecanus rufescens</i> _____ Pélican blanc – <i>P. onocrotalus</i>			FLAMANTS _____ Flamant rose – <i>Phoenicopterus ruber</i> _____ Petit flamant – <i>P. minor</i>		
CORMORANS _____ Cormoran africain – <i>Phalacrocorax africanus</i> _____ Grand cormoran – <i>P. carbo</i> _____ Anhinga d'Afrique – <i>Anhinga rufa</i>			OIES/CANARDS _____ Dendrocygne tauve – <i>Dendrocygna bicolor</i> _____ Dendrocygne veul – <i>D. viduata</i> _____ Oie d'Egypte – <i>Alpeochen aegyptiaca</i> _____ Oie de Gambie – <i>Plectropterus gambensis</i> _____ Canard casqué – <i>Sarkidiornis melanotos</i> _____ Sarcelle à oreillons – <i>Nettion auritus</i> _____ Sarcelle hottentote – <i>Anas hottentota</i> _____ Pilet – <i>A. acuta</i> _____ Sarcelle d'été – <i>A. querquedula</i> _____ Sarcelle d'hiver – <i>A. crecca</i> – _____ Souchet – <i>A. cypeata</i> _____ Fuligule nyroca – <i>Aythya nyroca</i> _____ Oies/canards spp.		
HERONS/AIGRETTES _____ Héron bicolore – <i>Nycticorax nycticorax</i> _____ Héron crabier – <i>Ardeola ralloides</i> _____ Héron garde-boeufs – <i>Bubulcus ibis</i> _____ Grande aigrette – <i>Egretta alba</i> _____ Aigrette intermédiaire – <i>E. intermedia</i> _____ Héron noir – <i>E. ardesiaca</i> _____ Aigrette garzette – <i>E. garzetta</i> _____ Aigrette dimorphe – <i>E. gularis</i> _____ Héron cendré – <i>Ardea cinerea</i> _____ Héron mélanocéphale – <i>A. melanoccephala</i> _____ Héron Goliath – <i>A. goliath</i> _____ Héron pourpré – <i>A. purpurea</i> _____ Ombrette – <i>Scopus umbretta</i> _____ Hérons spp.			RALES _____ Poule d'eau – <i>Gallinula chloropus</i> _____ Petite poule d'Eau – <i>G. angulata</i> _____ Poule sultane – <i>Porphyrio porphyrio</i> _____ Poule d'Allen – <i>P. alleni</i> _____ Foulque macroule – <i>Fulica atra</i> _____ Jacana – <i>Actophilornis africana</i> _____ Petit jacana – <i>Micropania capensis</i>		
CIGOGNES _____ Cigogne d'Abdim – <i>Ciconia abdimi</i> _____ Cigogne épiscopale – <i>C. episcopus</i> _____ Cigogne blanche – <i>C. ciconia</i> _____ Cigogne noire – <i>C. nigra</i> _____ Jabiru du Sénégal – <i>Ephippior. senegalensis</i> _____ Bec-ouvert – <i>Anastomus lamelligerus</i> _____ Marabout – <i>Leptoptilos crumeniferus</i> _____ Tantalé ibis – <i>Ibis ibis</i>			OEDICNEMES _____ Oedicnème du Sénégal – <i>Burhinus senegalensis</i> _____ Oedicnème du Cap – <i>B. capensis</i>		
IBIS SPATULES _____ Ibis sacré – <i>Threskiornis aethiopia</i> _____ Ibis hagedash – <i>Bostrychia hagedash</i> _____ Ibis laïcineille – <i>Plegadis falcinellus</i> _____ Spatule d'Afrique – <i>Platalea alba</i> _____ Spatule blanche – <i>P. leucorodia</i> _____ Spatules spp.					
NOM(S) ET ADRESSE(S): DU (DES) COMPTEUR(S):					

Surveillance et gestion de la faune

1 Dénombrement

L'évaluation de l'abondance d'une population animale constitue une démarche indispensable à toute recherche écologique et à toute politique d'aménagement de la faune.

Cette évaluation n'est cependant pas facile du fait de la mobilité de la faune et son suivi dans le temps est compliqué par les migrations, les variations rapides dues aux épizooties¹, au braconnage ou aux multiplications à un rythme inattendu.

Le recensement s'effectue:

- en général, à vue par le personnel de terrain. Pour cela, diverses méthodes ont été mises au point, parmi lesquelles on distingue:

- des méthodes directes: méthodes de piégeage, méthodes de capture et recapture, méthodes de comptage direct par transect, etc...

Les méthodes directes supposent bien évidemment de pouvoir identifier, rapidement et parfois grâce à une vision partielle et brève, les différentes espèces (Figure 1);

- des méthodes indirectes basées sur l'observation et le comptage des signes caractéristiques laissés par les diverses espèces animales: fèces² et empreintes, bien sûr, mais aussi tanières, lieux de passage, etc... L'interprétation de ces signes suppose de bonnes connaissances de la morphologie des animaux visés (empreintes) et de leurs habitudes et modes de vie.

Les méthodes indirectes seront utilisées chaque fois qu'il est difficile d'apercevoir les animaux en raison de leur taille, de leurs habitudes, de la végétation, etc.. mais aussi pour vérifier des données obtenues par des méthodes directes;

- par photo aérienne, dans les zones découvertes, échelle 1/1.000 à 1/2.000;
- par observation aérienne, à basse altitude (100 m): comptage à vue dans les zones de savane pas trop arborées;
- par photographie infrarouge (IR): les caractéristiques des rayons émis par chaque individu permettront de les évaluer.

Ces recensements doivent être entrepris à des périodes judicieusement choisies. Effectués au sol, ils constituent une des missions permanentes des gardes. Ils donnent

1 **Epizootie**: maladie frappant en même temps un grand nombre d'animaux de même espèce ou d'espèces différentes.

2 **Fèces**: excréments solides.

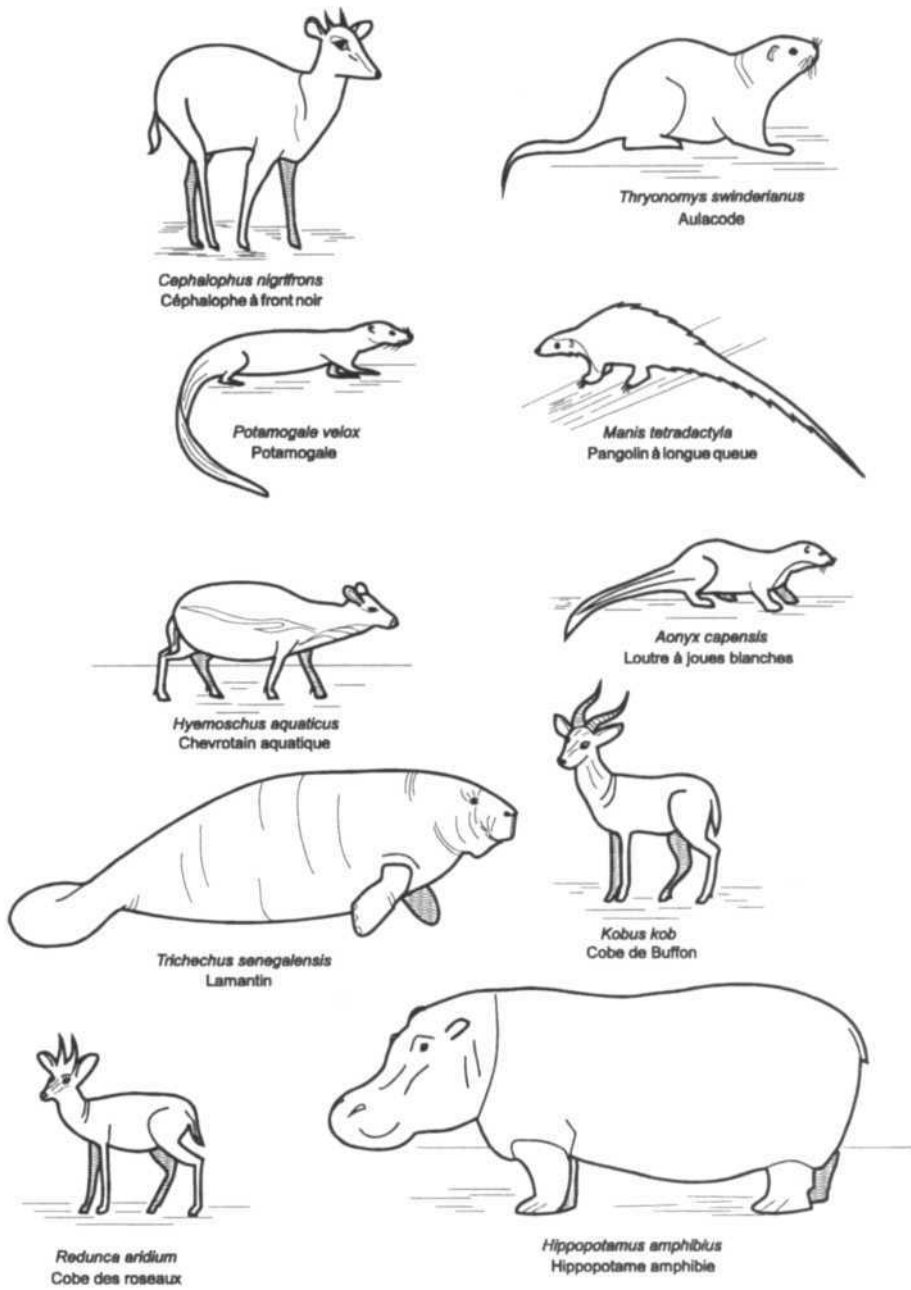


Figure 1 Quelques mammifères des zones humides (Source: Harthoom, 1990)

une idée approchée des effectifs totaux, mais surtout ils renseignent sur l'évolution de la situation, ce qui est un élément majeur de décision.

Comptage direct par transect

On trouvera ci-après en exemple un compte rendu des comptages effectués au Parc National du Niokolo Koba par la Direction des Parcs Nationaux du Sénégal et l'ORSTOM.

Description de la méthode

La méthode de comptage au sol à définir devait être compatible avec les médiocres conditions de visibilité de ce parc de savanes parfois très boisées. Elle devait également pouvoir être mise en oeuvre par un personnel certes suffisant et compétent mais disposant de moyens financiers et matériels extrêmement modestes.

Une méthode de la catégorie dite des "transects-lignes" a été choisie et réalisée sur pistes et sur layons³ hors pistes. Il s'agit de compter les animaux observés le long d'un transect parcouru à pied et à bord de véhicules, un simple calcul permettant ensuite d'extrapoler le résultat obtenu pour la surface de l'échantillon à la taille du parc.

La principale difficulté consiste à estimer la largeur de la bande échantillonnée; elle sera, en fait, calculée *a posteriori*, espèce par espèce, ce qui signifie que pour une même longueur de transect, on aura une taille d'échantillon par espèce.

Dans les conditions de visibilité du Niokolo Koba, le risque de sous-estimation est réel et difficilement appréciable. Aussi, la variante retenue est celle où, pour chaque espèce, on postule que l'on est capable de repérer tous les animaux se trouvant dans une bande de largeur égale à la moyenne des distances à la piste des endroits où les animaux ont été effectivement repérés lors du premier contact visuel.

Le produit de cette largeur par la longueur du transect donne la surface de l'échantillon qui servira de référence au calcul des densités. Des corrections particulières sont ensuite introduites pour les singes, espèces grégaires et difficiles à compter au premier contact; de même, les espèces amphibiennes ou à comportement nocturne, ou très rares ou très mal réparties font l'objet de décomptes particuliers, statistiques ou non.

La formule pour le calcul de la densité au km² par strate et par espèce est la suivante:

$$\text{Densité/km}^2 = \frac{\text{Nombre recensé} \times 1000}{2 \times \text{distance de vision moyenne en mètres} \times \text{longueur du transect en km}}$$

Des calculs statistiques permettent en outre de mesurer la variabilité des résultats obtenus.

3 **Layon**: petite laie (espace déboisé et rectiligne).



Photo 59 Le comptage par transect est souvent le seul moyen d'obtenir des informations cohérentes sur les effectifs des espèces qui fréquentent des habitats d'accès difficile (ici des Cobes de Mme Gray *Kobus megaceros*).

Le taux d'échantillonnage espéré étant faible compte tenu de la superficie du parc (7.888 km², hors zones tampon) et les possibilités budgétaires limitées, trois campagnes sur trois ans ont été prévues en vue d'amalgamer les résultats.

Les transects parcourus en véhicules ont été choisis dans un esprit d'exhaustivité de façon à ce que toutes les régions du parc et tous les milieux soient observés.

Résultats

1 Effectifs des espèces prises en compte par le traitement statistique du dénombrement

Bubale	<i>Alcelaphus buselaphus</i>	5.000
Grand calao	<i>Bucorvus abyssinicus</i>	3.500
Chacla à flanc rayé	<i>Canis adustus</i>	400
Céphalophe à flancs roux	<i>Cephalophus rufilatus</i>	40.000
Singe vert	<i>Cercopithecus aethiops</i>	40.000
Patas	<i>Erythrocebus patas</i>	20.000
Francolins	<i>Francolinus</i> sp.	1.000.000
Hippotrague	<i>Hippotragus equinus</i>	6.000
Cobe onctueux	<i>Kobus defassa</i>	3.300

Cobe de Buffon	<i>Kobus kob</i>	24.000
Pintade	<i>Numida meleagris</i>	2.000.000
Ourébi	<i>Ourebia ourebi</i>	12.000
Babouin	<i>Papio papio</i>	190.000
Phacochère	<i>Phacochoerus aethiopicus</i>	17.000
Sylvicapre de Grimm	<i>Sylvicapra grimmia</i>	2.000
Buffle	<i>Syncerus caffer</i>	8.000
Guib	<i>Tragelaphus scriptus</i>	50.000

2 Effectifs des espèces présentes au Niokolo Koba mais non prises en compte par le dénombrement annuel

Mangouste des marais	<i>Atilax paludinosus</i>	présente
Colobe bai	<i>Colobus badius</i>	rare
Crocodile noir	<i>Crocodylus cataphractus</i>	rare
Crocodile du Nil	<i>Crocodylus niloticus</i>	commun
Hyène tachetée	<i>Crocuta crocuta</i>	commune
Caracal	<i>Felis caracal</i>	présent
Chat sauvage d'Afrique	<i>Felis lybica</i>	présent
Serval	<i>Felis serval</i>	présent
Mangouste rouge	<i>Herpestes (Galerella) sanguineus</i>	présente
Mangouste ichneumon	<i>Herpestes ichneumon</i>	commune
Hippopotame	<i>Hippopotamus amphibius</i>	340
Porc-épic	<i>Hystrix cristata</i>	commun
Mangouste à queue blanche	<i>Ichneumia albicauda</i>	commune
Marabout	<i>Leptoptilos crumeniferus</i>	commun
Eléphant de savane	<i>Loxodonta africana</i>	20 à 30
Lycaon	<i>Lycaon pictus</i>	50 à 100
Pangolin géant	<i>Manis gigantea</i>	rare
Mangouste de Gambie	<i>Mungos gambianus</i>	présente
Mangouste rayée	<i>Mungos mungo</i>	commune
Orécérope	<i>Orycteropus afer</i>	présent
Crocodile nain	<i>Osteolaemus tetraspis</i>	rare
Grande outarde	<i>Otis arabs</i>	présente
Chimpanzé	<i>Pan troglodytes</i>	100 à 150
Lion	<i>Panthera leo</i>	100 à 200

Panthère	<i>Panthera pardus</i>	présente
Potamochère	<i>Potamochoerus porcus</i>	rare
Daman des rochers	<i>Procavia capensis</i>	présent
Python de Séba	<i>Python sebae</i>	présent
Cobe redunca	<i>Redunca redunca</i>	présent
Eland de Derby	<i>Taurotragus derbianus</i>	100 à 150
Lamantin	<i>Trichechus senegalensis</i>	1 témoignage
Varan du Nil	<i>Varanus niloticus</i>	commun
Civette	<i>Viverra civetta</i>	commune

La présence des espèces de ce deuxième groupe a été constatée lors des opérations de dénombrement mais leur rareté, leur comportement nocturne ou amphibie ou leur répartition très irrégulière les excluent du traitement statistique.

Le Niokolo Koba n'a pas perdu d'espèce animale depuis sa création en tant que parc en 1954. Sa biomasse et ses effectifs animaux rappellent ceux des autres parcs ouest-africains. Sa biodiversité reste exceptionnelle, même si un boisement relativement dense et la rareté des éléphants en rendent la visite parfois peu spectaculaire pour le grand public. Sa population de rapaces, par exemple, est probablement unique au monde.

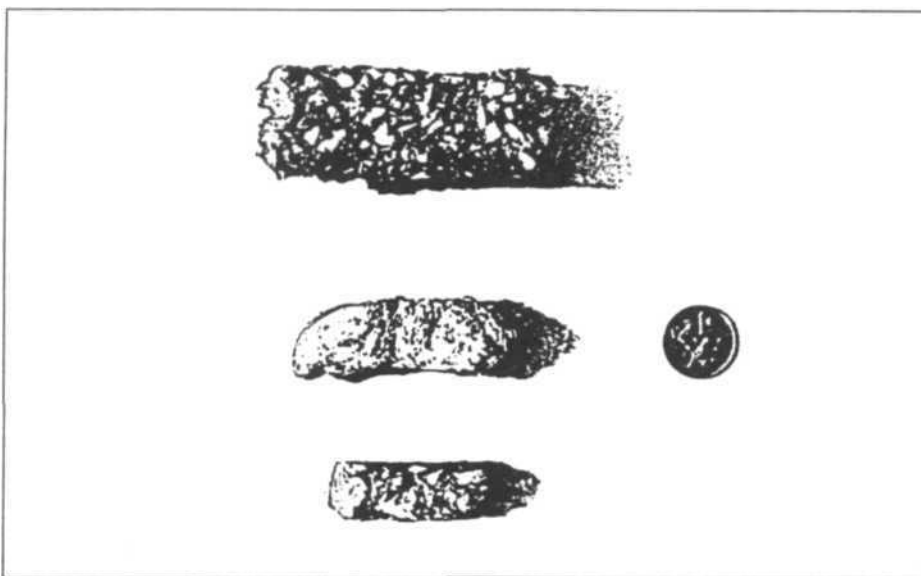
L'Eléphant et, dans une moindre mesure, l'Eland de Derby sont menacés d'extinction dans le parc si rien n'est fait dans les années à venir. Le Lycaon pourrait être dans une situation semblable. Ces populations restent cependant viables et peuvent être sauvées.

Méthode d'enquête indirecte

Lorsqu'il est difficile d'apercevoir les animaux, on peut donc obtenir des renseignements sur leur présence et leur activité par des méthodes indirectes reposant sur l'observation de certains signes.

On prendra pour illustrer ce type d'enquête l'exemple de trois petits mammifères aquatiques partageant le même genre d'habitat: la Loutre à joues blanches *Aonyx capensis*, la Loutre à cou tacheté *Lutra maculicollis* et la Mangouste des marais *Atilax paludinosus*. Ces trois espèces sont rarement vues dans la nature mais lorsqu'elles sont présentes, certains signes indiquent leur passage:

- les fèces des trois espèces étudiées sont généralement situées à proximité de l'eau (en moyenne de 2 à 4 m de l'eau, cette distance pouvant aller jusqu'à 10 m). Leur forme, leur taille, leur couleur, les restes qu'elles contiennent et leur odeur (lorsqu'elles sont fraîches) permettent de distinguer les différentes espèces (Figure 2);
- les empreintes de la Loutre à joues blanches sont larges (60 à 90 mm) et on remarque nettement l'absence de griffes. Celles de la Loutre à cou tacheté mesurent de 40 à 45 mm de large et les traces des griffes sont nettes; on peut parfois noter des traces de palmure. Les empreintes de la Mangouste des marais sont plus étroites (environ 30 mm) avec des marques de doigts longs et étroits et des griffes très nettes (Figure 3);



Diamètre de la pièce: 20 mm

Figure 2 Fèces de Loutre à joues blanches (haut), de Mangouste des marais (centre) et de Loutre à cou tacheté (bas)



Figure 3 Empreintes de Loutre à joues blanches (gauche), de Loutre à cou tacheté (centre) et de Mangouste des marais (droite). Patte avant en haut, patte arrière en bas

- des "**lieux de toilette**" où la végétation est aplatie et/ou le sable tassé car les loutres s'y frottent et s'y roulent; la plupart du temps, on peut les trouver à proximité des "latrines";
- des "**toboggans**", endroits où le sol est très lisse car les loutres se laissent glisser le long de la berge pour entrer dans l'eau;
- des **sentiers** régulièrement utilisés pour passer d'un habitat aquatique à l'autre;
- des **tanières** que l'on peut trouver sous des buissons, sous des racines d'arbres, dans des étendues d'herbes assez hautes, etc...

Généralement, il suffit de parcourir les berges d'un cours d'eau sur une distance d'un ou deux kilomètres à la recherche des signes mentionnés ci-dessus pour déterminer si la zone est fréquentée par ces mammifères.

2 Aménagement cynégétique et gestion de la faune

Objectifs

L'aménagement cynégétique s'intègre dans l'aménagement du territoire et il est bon que les programmes généraux de développement lui accordent la place qui lui convient.

Chaque projet doit toujours définir et hiérarchiser les objectifs visés. Ceux-ci peuvent tendre à:

- satisfaire les besoins de subsistance et/ou de loisirs (chasse à tir, photo, vision);
- contribuer au développement économique du pays par le tourisme;
- assurer la conservation de la faune (et de la nature, ce qui va de pair).

Réglementation de la chasse

Elle constitue la trame d'un aménagement élémentaire. Les diverses dispositions sont souvent réunies en un code de la chasse. On est souvent amené à multiplier les barrières réglementaires car:

- la situation de la faune ne peut être suivie partout avec précision;
- les dommages qui lui sont infligés sont longs à réparer;
- les intérêts en jeu sont élevés; et,
- l'application de la réglementation est d'une efficacité relative.

Entre autres mesures réglementaires pouvant être prises dans le cadre de l'aménagement de la faune, on peut citer la réglementation visant à protéger la faune ainsi que celles concernant la détention d'armes, les dépouilles et les trophées et l'octroi de permis de chasse.



Photo 60 Chasseurs en route pour leur zone de chasse traditionnelle.

Réglementation visant à protéger la faune

Diverses mesures peuvent être prises dans ce but: fermeture de la chasse pour toutes ou certaines espèces pendant certaines périodes (migration, reproduction...), ou même pendant toute l'année, autorisation de chasser subordonnée à l'obtention d'un permis suffisamment cher pour limiter le nombre de chasseurs, interdiction d'abattre certaines espèces menacées de disparition, quotas d'abattage pour d'autres espèces, etc...

Réglementation des armes

Deux types de règlements entrent dans cette catégorie: d'une part la nécessité d'avoir une autorisation ou un permis de port d'arme pour pouvoir acheter une arme (ce permis étant associé à une taxe annuelle), d'autre part le plombage obligatoire des armes à la traversée des zones interdites à la chasse, etc...

Réglementation concernant les dépouilles et les trophées

On peut citer à ce titre l'interdiction de commercialiser la viande et de la transporter en dehors de certaines zones, l'obligation de remettre aux populations locales la viande autre que celle consommée sur place par le chasseur lorsque celui-ci ne réside pas dans la zone de chasse, l'obligation de remettre aux autorités administratives l'ivoire, les cornes et autres trophées (y compris ceux qui ont été trouvés) et, au plan

international, l'adhésion à la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (Convention de Washington ou CITES).

Les permis de chasse

Les permis de chasse sont généralement délivrés pour une année ou pour la saison de chasse, et pour une durée plus réduite pour les non-résidents. Il en existe plusieurs types:

- permis de petite chasse qui donne droit au gibier non porté sur la liste des animaux partiellement protégés (classe B de la Convention d'Alger ou Convention africaine sur la conservation de la nature et des ressources naturelles);
- permis de moyenne chasse, qui donne droit à l'abattage de certains animaux de la classe B;
- permis de grande chasse qui donne droit au gros gibier (éléphant, lion, etc...);
- permis de touriste et de non-résident.

L'obtention de ces permis est subordonnée au paiement d'une taxe. Dans certains cas, cependant, le permis est gratuit, notamment dans le cas de permis scientifique de capture et de permis correspondant à l'exercice des droits d'usages ancestraux. Ce dernier permis ne donne en général pas lieu à la délivrance d'un titre et ces droits ne peuvent être exercés qu'avec les moyens de chasse traditionnelle (sagaies, pièges, etc...).

Enquêtes socio-économiques

Les enquêtes socio-économiques permettent aux techniciens de recueillir des informations sur les opinions et les systèmes de production des populations rurales exploitant les zones humides. On veillera notamment à obtenir des données sur:

- la structure sociale;
- l'accès aux ressources (régime foncier);
- l'importance de ces ressources pour la vie quotidienne; et,
- les priorités de développement que se sont fixées les villageois eux-mêmes.

Il faut toujours garder à l'esprit lors d'enquêtes de ce genre que **les premières réponses aux questions ne sont pas toujours très fiables, surtout lorsqu'on aborde des sujets délicats (argent, bétail, etc...)**. Il est alors essentiel de vérifier et revérifier autant que possible les réponses apportées aux questions portant sur ce genre de sujets et il est souvent utile de s'assurer des renseignements obtenus dans un village en entreprenant des enquêtes dans le village voisin pour comparer les réponses aux mêmes questions. De façon générale, les données seront plus fiables quand les enquêtés savent que l'enquêteur connaît bien la zone.

Les informateurs doivent évidemment se sentir à l'aise avec les enquêteurs et leur faire confiance, sans quoi les informations obtenues n'auront qu'une valeur négligeable. Les enquêteurs doivent aussi avoir conscience des différences entre les activités et les attitudes des hommes et des femmes. Celles-ci jouent souvent un rôle très distinct dans la vie quotidienne du village et elles sont aussi impliquées dans la gestion des ressources que les hommes, parfois même plus; il faut alors prendre soin de recueillir également leur point de vue. Il vaut donc mieux poser les mêmes questions aux deux groupes et comparer les réponses obtenues; si l'on peut recourir à une enquêtrice pour parler aux femmes du village, il y aura moins de risque de rencontrer des problèmes de communication qu'avec des enquêteurs de sexe masculin.

Le choix des interlocuteurs revêt donc une grande importance pour obtenir des données intéressantes et fiables. D'une manière générale, on essaiera de rencontrer individuellement le chef de village, quelques personnes âgées, quelques chefs de famille, quelques jeunes et quelques femmes afin de recueillir les opinions les plus diverses sur les mêmes sujets, ce qui permet de confronter les réponses et de dégager les idées maîtresses. On essaiera également d'organiser des réunions de groupe afin de stimuler les discussions et de faire ressortir les points les plus importants.

Le but d'une enquête est de recueillir les informations nécessaires à l'élaboration d'un plan de gestion. Les questionnaires doivent être considérés comme une aide permettant de déclencher une discussion avec l'enquêté et, au fur et à mesure des réponses, l'enquêteur doit pouvoir juger lui-même des points à approfondir et demander des informations complémentaires à son interlocuteur sur les sujets intéressants. Ce n'est en fait que lorsque la discussion s'éteint qu'il faut revenir au questionnaire pour la relancer. On trouvera ci-après deux questionnaires fournissant un cadre pour les enquêtes poussées sur le terrain.

Questionnaire N° 1

Enquête auprès des utilisateurs des zones humides

**Objet: Etude des aspects socio-économiques relatifs à l'utilisation
des ressources naturelles autour d'un village.**

Questions générales

I Aspects administratifs

- Nom du village
- Province
- Département
- Arrondissement
- Canton

II Aspects historiques

- Depuis quand le village existe-t-il (date à laquelle les habitants se sont installés)?
- Quelle(s) est (sont) leur(s) région(s)/pays d'origine?
- Pourquoi se sont-ils déplacés?
- Pourquoi se sont-ils installés ici?

III Aspects démographiques

- Combien de familles compte le village?
- Quelles sont les différentes ethnies?
- De quelle ethnie est le chef du village?
- Les habitants vivent-ils en permanence dans le village? Dans la négative, où passent-ils l'autre partie de l'année? Pourquoi?

Questions spécifiques

IV Système d'exploitation

Pêche

- principales espèces capturées
- estimation des captures au cours de l'année (en kg/mois)
- estimation des captures annuelles
- autoconsommation (en kg/mois)
- vente (en kg/mois)
- prix du poisson au marché au cours de l'année
- revenu brut annuel (en FCFA)
- investissements annuels relatifs aux activités de pêche (en FCFA)
- matériel de pêche acheté au marché
- crédits divers (par exemple, crédit pour l'achat d'une pirogue)
- estimation du revenu net des activités de pêche sur une année (en FCFA)

Agriculture

- cultures
- superficies cultivées
- rendements
- autoconsommation
- vente: quels sont les produits agricoles vendus? Par produit, quelles sont les quantités vendues (en kg)
- prix des produits agricoles au marché au cours de l'année
- revenu brut annuel (en FCFA)
- investissements annuels relatifs à l'agriculture (en FCFA)
- frais d'exploitation (intrants, c'est-à-dire semences, engrais, etc...)
- crédits utilisés à des fins agricoles
- estimation du revenu net de l'agriculture sur une année (en FCFA)

Elevage

- espèces (y compris pour le petit élevage)
- taille du cheptel (en nombre de têtes)
- produits de l'élevage
- autoconsommation
- vente

- prix des produits de l'élevage au marché
- revenu brut annuel (en FCFA)
- investissements
- traitements sanitaires
- crédits
- achats
- pistes de transhumance

V Accès aux ressources

- Quelles sont les informations que les personnes interrogées peuvent vous fournir en matière de droits fonciers et de droits relatifs à l'utilisation des ressources naturelles?
- Ces droits (ou obligations) constituent-ils des contraintes à l'exploitation des ressources?

On s'attachera en particulier à déterminer les relations existant entre d'une part l'appartenance à un groupe donné (groupe ethnique, femmes/hommes, personnes âgées/adultes/jeunes, pêcheurs/agricultures/éleveurs, etc...) et d'autre part l'accès aux ressources. En fin d'enquête, l'équipe doit être en mesure de dresser et de remplir un tableau récapitulatif basé sur le modèle suivant:

	groupe 1	groupe 2	groupe 3	etc...
activités				
ressources utilisées				
avantages pour le groupe				

- Les personnes interrogées se considèrent-elles propriétaires des ouvrages construits dans le village (puits, magasin, etc...)? Se sentent-elles responsables de leur entretien?

VI Connaissances écologiques de la population locale

Les questions et informations suivantes permettent d'évaluer les connaissances des personnes interrogées sur l'écologie des zones humides situées à proximité de leur village.

Notions régionales

- Que savent les personnes interrogées des interventions externes en cours dans la région et de leurs effets sur l'écologie des zones humides (en aval et en amont des ouvrages)?



Photo 61 L'enquêteur devra faire preuve de tact et **de discernement dans le choix** de ses interlocuteurs et de ses questions. Les enquêtes socio-économiques sont toujours délicates car il s'agit autant d'obtenir des renseignements que de créer un climat de confiance entre parties concernées.

- Quelles sont, d'après ces personnes, les ressources qui ont été affectées (immédiatement ou dans le long terme), et quels sont les processus de dégradation qui menacent la zone? Quels sont les indicateurs de dégradation¹?

Notions locales

- Quels sont les effets sur l'environnement dans le cas où le niveau de l'exploitation des ressources naturelles dépasse la capacité de charge (donnez des exemples!)? D'après les personnes interrogées, à partir de quel niveau d'exploitation la capacité de charge est dépassée? (Expliquez d'abord le concept de "capacité de charge" à vos interlocuteurs.)
- Les personnes interrogées peuvent-elles vous signaler des indicateurs de dégradation écologique?

1 C'est essentiellement en comparant la situation présente à la situation passée que les indicateurs de dégradation écologique peuvent être identifiés (ex: baisse de la production agricole ou piscicole; détérioration de la qualité de l'eau par rapport aux années précédentes; accroissement de la distance que les femmes doivent parcourir pour trouver du bois ou de l'eau potable).

- Dans quelle mesure l'écosystème humide a-t-il, pour vos interlocuteurs, une (des) valeur(s) culturelle(s) ou naturelle(s)? Quels sont les éléments de cet écosystème qui lui confèrent ces valeurs?
- Les personnes interrogées ont-elles conscience de certaines fonctions des zones humides (fonctions de protection, de régularisation, de reproduction, etc...)?
- Établissez une liste des produits étant cueillis ou ramassés. Quelle est l'utilisation de ces produits (médicaments, matériaux de construction, etc...).

VII Répartition des tâches

Pour chaque famille, établissez une liste des activités de chaque membre. Reportez sur un calendrier la période à laquelle ces activités interviennent et la (les) personne(s) qui en a (ont) la charge. Que pouvez-vous conclure en matière de répartition des tâches d'exploitation?

VIII Conditions sanitaires

- Quelles sont les composantes du régime alimentaire au cours de l'année? Estimez la valeur nutritionnelle des aliments consommés sur l'ensemble de l'année.
- Quelle est la qualité de l'eau consommée par la famille (goût, transparence, etc...)?
- Les habitants souffrent-ils de maladies liées à l'eau ou associées aux zones humides? Quels sont les traitements possibles (services sanitaires, médicaments indigènes, etc...)?

Questionnaire N°2

Etude des systèmes de production

Objet: Description des activités concernant la culture du sorgho de décrue ou du riz, l'élevage et la pêche, et évaluation des effets sur l'environnement.

Les données nécessaires sont acquises grâce à des enquêtes auprès d'agriculteurs, d'éleveurs et de pêcheurs, ainsi qu' à des observations sur le terrain.

Ces enquêtes doivent permettre d'obtenir les informations suivantes:

- calendrier d'activités;
- répartition des tâches (avec indication des personnes qui effectuent les différents travaux);
- facteurs écologiques limitants (inondations prolongées ou insuffisantes, dégâts causés par les animaux domestiques ou sauvages, etc...);
- facteurs socio-économiques limitants (droits fonciers, location des terres, etc...);
- utilisation des sous-produits.

Techniques culturales

Culture

Techniques	Nom local et description	Période	But
Défrichage			
Brûlage			
Préparation des semis			
Conservation des sols			
Conservation de l'eau			
Drainage			
Irrigation			
Fumure et engrais chimique			
Protection des végétaux			
Variétés locales			
Autres			

Techniques piscicoles (cont.)

3. **Pêche à l'hameçon**

Description de la technique

Dessin

Site approprié

Espèces capturées

Effectuée par les hommes: oui/non;

par les femmes: oui/non

4. **Pêche à la nasse**

Description de la technique

Dessin

Site approprié

Espèces capturées

Effectuée par les hommes: oui/non;

par les femmes: oui/non

Organisation d'un stage de formation

Le présent manuel a été conçu, d'une part comme un moyen d'autoformation, d'autre part comme un support pour une formation plus formelle dans le cadre d'un stage.

Dans le but de faciliter l'organisation d'un tel stage, on trouvera ci-après:

- un programme type;
- une liste (non exhaustive) du matériel nécessaire pour un tel stage;
- une note sur la méthode à adopter pour la rédaction de rapports techniques; et,
- des suggestions de travaux pratiques de terrain pouvant être entrepris au cours du stage, ainsi que des exemples de comptes-rendus préparés par des stagiaires lors du cours de formation pilote organisé par l'UICN au Parc National des Oiseaux du Djoudj (Sénégal) en 1991.

1 Programme type d'un cours de formation

Ce programme type est proposé pour un stage de 10 jours (Tableau 1). Il comporte des éléments qui seront plus appropriés à certains milieux qu'à d'autres et il devra donc être adapté en fonction du lieu d'affectation des stagiaires.

Le programme suppose qu'un site de terrain (humide) est disponible pour y effectuer des travaux pratiques. Certaines soirées pourront être consacrées à la projection de films vidéo ou de montages diapositives sur certaines zones humides particulières.

Tableau 1 Exemple d'un programme de formation sur 10 jours

1er jour	matin	Mots de bienvenue par les organisateurs Structure et objet du stage Cartographie Principes de coupe topographique
	après-midi	Introduction à la bathymétrie (mesure des profondeurs)
	soir	Présentation de chacun des participants
2ème jour	matin	Hydrologie Principes de base et fonctions des zones humides Mesures et collecte de données
	après-midi	Travaux pratiques: hydrologie Mise en place de l'expérimentation "évaporation"
	soir	Présentation de chacun des participants (suite)

3ème jour	matin	Les espèces et les formations végétales caractéristiques des zones humides. Influence des facteurs édaphiques sur la flore Introduction aux relevés de végétation Détermination des espèces les plus communes
	après-midi	Travaux pratiques: inventaire de la végétation (transect)
4ème jour	matin	L'écologie des poissons (migrations, reproduction) Les poissons et la pêche La gestion de la pêche
	après-midi	Travaux pratiques: identification/échantillonnage des poissons
5ème jour	matin	Ornithologie Migrations, écologie des oiseaux d'eau Comptage, gestion des populations
	après-midi	Travaux pratiques: identification, techniques des comptage des oiseaux d'eau Utilisation des fiches du BIROE
	soir	Présentation sur la Convention de Ramsar
6ème jour	matin	Socio-économie des zones humides Utilisations traditionnelles des zones humides. Accès aux ressources Techniques d'enquêtes, d'information et d'animation Participation des populations à la gestion
	après-midi	Travaux pratiques: enquêtes auprès des villageois des communautés rurales voisines
7ème jour*	matin	Ecologie des mangroves et des lagunes côtières Structure, fonctionnement, valeurs, gestion
	après-midi	Travaux pratiques: écologie des zones côtières Transect sur la zone intertidale
8ème jour	matin	Elaboration des plans de gestion Définition des objectifs: biologiques, sociaux, culturels Rôle des aires protégées dans le développement rural Gestion des zones tampon
	après-midi	Projets individuels: par groupes des deux, les stagiaires sont appelés à entreprendre des travaux de terrain sur des sujets proposés par l'encadreur (voir section 4 ci-après)
9ème jour	matin	Projets individuels (suite)
	après-midi	Projets individuels (suite)
10ème jour	matin	Analyse des résultats, rédaction des rapports
	après-midi	Présentation des résultats par chaque groupe et discussion (20 à 30 minutes par groupe) Analyse et résultats de l'expérience évaporation/salinité Bilan du stage et conclusion

* Pour les stages dans les pays côtiers

2 Liste du matériel nécessaire

Pour les cours

- Tableau noir et craies
- Tableau avec feuilles de papier blanc et papier quadrillé, feutres de différentes couleurs
- Projecteur de diapositives et écran
- Rétroprojecteur, transparents et feutres
- Bloc notes
- Chemises
- Crayons, gommes et feutres permanents
- Règles graduées
- Ruban adhésif, agrafeuse, correcteur liquide (genre Tippex)
- Cartes de la zone où a lieu le stage, d'Afrique de l'Ouest, d'Afrique et du Monde

Pour les travaux pratiques

- Salinomètres (2), pH mètre (2)
- Tamis (2,5 mm et 1,0 mm)
- Bassines peu profondes et carrées (2)
- Pelle
- Boussole
- Seaux (2)
- Ficelle (200 m)
- Mètre ruban de 2 m de long
- Piquets en bois (4)
- Bâtons rectilignes d' 1 m, par exemple en bambou (8)
- Jumelles
- Longue-vue avec trépied
- Fiches BIROE de site et de dénombrement

Pour les séances du soir

- Projecteur de diapositives, magnétoscope et téléviseur

- Divers montages de diapositives et films vidéo sont disponibles auprès de l'UICN: écologie des zones humides, gestion des mangroves, Convention de Ramsar, le Banc d'Arguin, etc...

3 Rédaction de rapports techniques

Le rapport technique est l'outil essentiel de présentation, de communication et de conservation des informations et des données recueillies lors d'échantillonnages sur le terrain. Il doit être concis mais complet et il devra normalement présenter les sections ou les chapitres détaillés ci-après.

Page titre

On retrouve sur la page titre:

- le nom de l'organisation sous couvert de laquelle s'est faite l'étude (ex: Direction des Parcs nationaux du Sénégal);
- le titre le plus significatif possible et qui comporte entre autres le nom du lieu où s'est fait le travail;
- le nom des auteurs;
- la date de publication.

Table des matières

La table des matières présente les différentes sections du rapport avec le numéro de la page où débute chaque section.

Exemple de table de matières:

	Page
TABLE DES MATIERES	
Introduction	
Matériel et méthodes	
Résultats et analyse	
Conclusion et recommandations	
Liste des références bibliographiques	

Introduction

L'introduction présente le contexte et les motivations générales de l'étude. Les objectifs réels et concrets y sont mentionnés. L'introduction doit permettre au lecteur de comprendre dans quel but s'est fait le travail.

Matériel et méthodes

Pour bien apprécier la valeur des résultats et éventuellement pouvoir poursuivre ou répéter l'étude, le lecteur doit connaître la nature (type, marque, modèle) des appareils utilisés. Il doit également être en mesure de bien comprendre les méthodes utilisées.

Les renseignements fournis dans cette section doivent permettre au lecteur de refaire exactement le même travail.

Résultats et analyse

C'est dans cette section que sont présentés les résultats ou les données sous forme de tableaux, de listes, de graphiques, etc... C'est également dans cette section que se fait l'analyse des résultats.

Après avoir lu cette partie du rapport, on doit pouvoir répondre à la question: que nous apprennent les données recueillies?

Conclusion et recommandations

Il s'agit de présenter une analyse critique des résultats en fonction des objectifs visés au départ.

Si les objectifs ne sont pas entièrement atteints il faut alors faire des recommandations afin qu'une autre étude puisse les atteindre. Les méthodes utilisées étaient-elles réalistes?

Liste des références

Le rapport technique doit présenter la liste des documents consultés pour la réalisation de l'étude. Il existe différentes façons de présenter les références. La forme la plus universelle est la suivante (la ponctuation a ici son importance).

NOM DE L'AUTEUR, initiales de ses prénoms. Année de publication. Titre complet. Editeur. Ville d'édition. Nombre de pages.

Exemple de citation

LE BORGNE, J. 1988. La pluviométrie au Sénégal et en Gambie. Université Cheikh Anta Diop de Dakar. Dakar. 95 p.

4 Travaux pratiques de terrain

On trouvera ci-dessous diverses propositions de travaux pratiques pouvant être entrepris pendant le stage ainsi que des exemples de rapports présentés par les stagiaires lors du cours de formation organisé en 1991.

4.1 Hydrologie

Etude de l'évaporation

Cette expérience cherche à démontrer comment deux facteurs, le soleil et le vent, peuvent influencer le taux d'évaporation de l'eau.

Deux bassines, d'environ 15 à 20 litres sont remplies d'eau. On choisira des bassines de forme carrée (pour faciliter les calculs de volume) et d'une profondeur de 15 à 20 cm. Selon le volume d'eau, on rajoutera 200 à 250 g de sel, afin d'obtenir une salinité de 10 à 15 g/l.

On placera ensuite une des deux bassines dans un lieu bien ensoleillé et exposé au vent, alors que l'autre sera mise à l'abri du vent et à l'ombre.

Chaque jour, un groupe de deux stagiaires devra mesurer le niveau d'eau et la salinité matin et soir. Les résultats seront reportés sur un tableau et un graphique affiché en salle de cours.

Il va sans dire que cette expérience donne des résultats plus concluants si l'évaporation est élevée; elle n'est donc pas à mettre en place lorsque l'évaporation est inférieure à 3 mm par jour (saison froide, saison des pluies).

Résultats obtenus lors d'un stage effectué au Djoudj en mars 1991

- L'évaporation journalière était de 4,6 mm au soleil et de 3 mm à l'abri.
- L'expérience montre aussi que les sels se concentrent avec l'évaporation.



Photo 62 Groupe de stagiaires mesurant certains paramètres hydrologiques (salinité, turbidité, etc...).

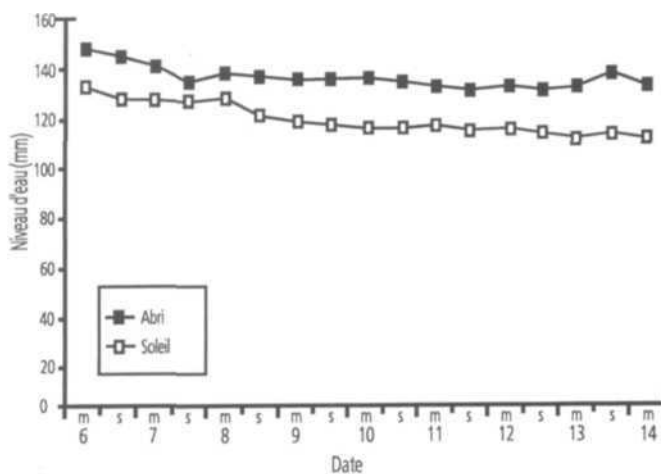


Figure 1 Comparaison des niveaux d'eau dans les deux bassines

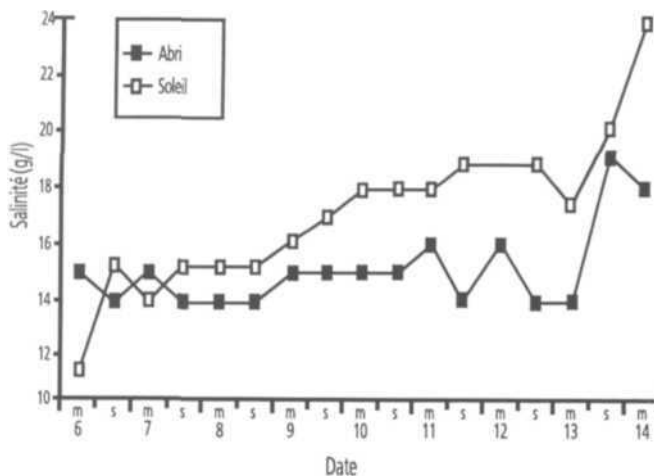


Figure 2 Comparaison de la salinité dans les deux bassines

Ces résultats permettent également d'aller plus loin et de demander aux stagiaires de calculer sur cette base, et donc avec l'hypothèse d'une évaporation à un taux constant, le niveau d'eau et la salinité après une semaine, 10 jours ou un mois.

Bilan hydrique d'un lac hypothétique

Imaginons un lac, alimenté par un seul cours d'eau et dont le fond est parfaitement imperméable si bien qu'il n'y a pas d'infiltration vers la nappe phréatique.

En utilisant les données de précipitations et d'évaporation locales présentées ci-dessous, répondez aux questions qui suivent. Ces réponses sont importantes pour l'écologie de la zone humide.

	Précipitations	Evaporation
Janvier	—	310
Février	—	350
Mars	—	470
Avril	—	470
Mai	—	490
Juin	40	380
Juillet	100	180
Août	180	120
Septembre	120	120
Octobre	—	280
Novembre	—	300
Décembre	—	300

- Quelle est l'évaporation annuelle totale et quelles sont les précipitations annuelles totales? Etablir un graphique pour illustrer ces données. Calculer le bilan hydrique.
- Si le niveau du lac est de 2,65 m le 1er janvier, quel sera-t-il le 31 mars?
- De combien de cm l'eau apportée par le fleuve devrait-elle élever le niveau du lac pour que celui-ci soit identique le 1er octobre de chaque année?
- Lorsque le niveau du lac est de 1,5 m, quelle est, en hectares, la superficie submergée avec un niveau d'eau supérieur à 1 m (en utilisant la Figure 3 ci-dessous)?

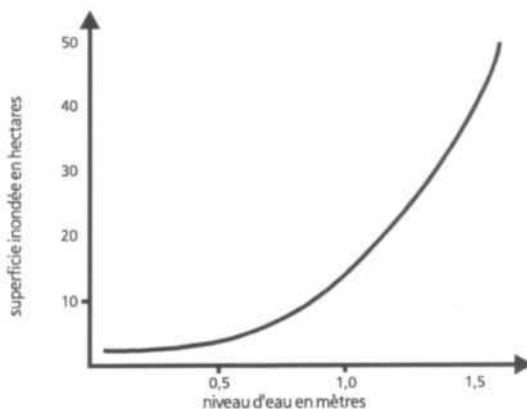


Figure 3 Relation entre le niveau d'eau et la superficie inondée

4.2 Analyse de la végétation

Echantillonnage par transect

Une ficelle de 100 m de long est graduée sur toute sa longueur à intervalles de 1 m en utilisant un stylo feutre permanent. Deux bâtons de 1 m de long chacun sont également marqués au milieu, soit à 50 cm.

On choisira le transect, c'est-à-dire l'endroit où on va tendre la ficelle entre deux piquets, en fonction du milieu à étudier et il traversera de préférence un gradient édaphique, c'est-à-dire une zone où une variable édaphique (profondeur de l'eau, salinité, durée de submersion, etc...) est susceptible de changer.

Les stagiaires se divisent en groupes de trois:

- deux sont munis d'un bâton et effectueront la détermination des espèces;
- le troisième sera responsable de l'enregistrement des données sur une fiche de terrain.

A chaque mètre le long du transect, les deux bâtons sont posés perpendiculairement à la ficelle et il faudra alors relever l'espèce végétale (ou sol nu) se trouvant à 50, 100, 150 ou 200 cm de la ficelle, soit au niveau des marques effectuées sur les bâtons.

L'échantillonnage sera répété de l'autre côté de la ficelle. On procède ensuite à l'échantillonnage suivant, un mètre plus loin sur le transect, ce qui donne un total de 8 échantillons à chaque mètre du transect.

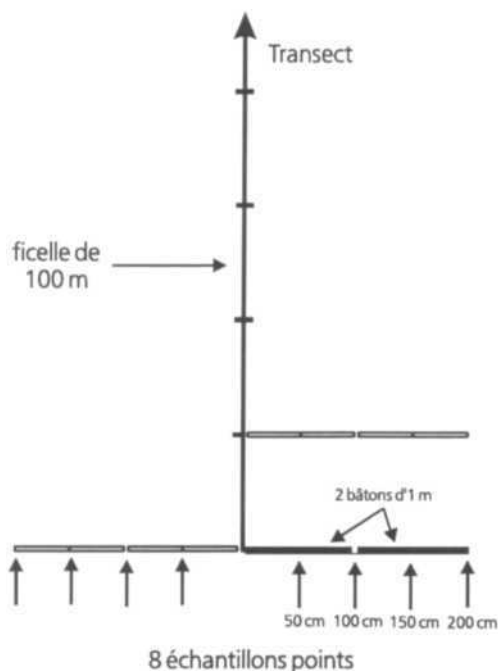


Figure 4 Schéma décrivant le principe de l'échantillonnage par transect

On préparera une fiche de terrain pour noter les résultats du transect avec, sur la ligne du haut, la liste des espèces présente dans la zone étudiée (les conseils d'un botaniste expérimenté seront peut-être nécessaires). Il suffira ensuite, en face de chaque position sur le transect, de noter le nombre de fois que chaque espèce (ou sol nu ou eau libre) apparaît. Comme on prend 8 échantillons à chaque point du transect, le total de chaque ligne doit être égal à 8.

Tableau 2 Exemple de fiche de terrain pour les relevés de transect

Position sur le transect (m)	Espèces présentes					
	Eau libre	Sol nu	Espèce 1	Espèce 2	Espèce 3	Espèce n°
1						
2						
3						
4						
98						
99						
100						

L'analyse est ensuite très simple; il s'agit tout simplement de faire un graphique de la fréquence d'apparition de chaque espèce en fonction de la distance parcourue le long du transect.



Photo 63 Mise en place d'une ligne de transect pour étudier la végétation des abords du Grand Lac dans le Parc national des oiseaux du Djoudj (Sénégal).

Résultats d'un transect de 100 m réalisé lors du stage effectué au Djoudj en mars 1991

L'origine du transect (le point 0) se situait dans le Grand Lac, à environ 10 cm de profondeur, alors que son extrémité (point 100) était sur une zone beaucoup plus sèche, le transect traversant ainsi divers types de végétation.

Les différences de régime d'inondation se reflètent dans la distribution des espèces végétales. *Cyperus articulatus* tolère mieux l'inondation que *Cyperus haspan* ou *Sporobolus* spp., alors que *Paspalum* spp. occupe une zone de durée et de profondeur d'immersion moyenne. Le fait que l'on retrouve des *Cyperus articulatus* entre 65 et 80 mètres s'explique par la présence d'une petite dépression retenant l'eau et prolongeant ainsi la période d'inondation.

La mise en place d'un transect le long d'un gradient écologique, dans le cas présent un gradient d'humidité, allant d'une immersion permanente à des conditions de plus en plus sèches, permet d'évaluer l'adaptation de chaque espèce végétale.

Tableau 3 Fiche de terrain telle que remplie par les stagiaires

Position sur le transect (m)	Eau libre	Sol nu	Espèces présentes			
			<i>C. haspan</i>	<i>C. articulatus</i>	<i>Paspalum</i>	<i>Sporobolus</i>
1	7	0	0	1	0	0
2	6	0	0	2	0	0
3	4	0	0	4	0	0
4	6	0	0	2	0	0
5	3	0	0	5	0	0
6	5	0	0	3	0	0
7	5	0	0	3	0	0
8	4	0	0	4	0	0
9	4	0	0	4	0	0
10	3	0	0	2	3	0
11	1	0	0	1	6	0
12	2	0	0	0	6	0
13	1	0	0	2	5	0
14	0	0	0	1	7	0
15	0	0	0	1	7	0
16	2	0	0	2	4	0
17	3	0	0	2	3	0
18	2	0	0	2	4	0
19	3	0	0	1	4	0
20	1	0	0	2	5	0
21	0	0	0	2	6	0
22	2	0	0	1	5	0
23	0	3	0	0	5	0
24	0	4	0	0	4	0
25	0	6	0	0	2	0
26	0	4	0	1	3	0
27	0	4	0	3	1	0
28	0	3	0	2	3	0
29	0	2	0	0	6	0
30	0	6	0	1	1	0
31	0	4	0	2	2	0
32	0	2	0	0	6	0
33	0	2	0	1	5	0
34	0	1	0	0	7	0
35	0	1	0	0	7	0
36	0	2	0	1	5	0
37	0	3	0	0	5	0
38	0	1	0	0	7	0
39	0	0	0	2	6	0

Position sur le transect (m)	Eau libre	Sol nu	Espèces présentes			
			<i>C. haspan</i>	<i>C. articulatus</i>	<i>Paspalum</i>	<i>Sporobolus</i>
40	0	3	0	0	5	0
41	0	3	0	0	5	0
42	0	1	0	0	7	0
43	0	4	0	0	4	0
44	0	5	0	0	3	0
45	0	7	0	0	1	0
46	0	6	0	1	1	0
47	0	3	0	0	5	0
48	0	6	0	0	2	0
49	0	2	0	2	4	0
50	0	3	0	0	5	0
51	0	3	0	0	5	0
52	0	0	0	0	8	0
53	0	1	0	0	7	0
54	0	1	0	0	7	0
55	0	2	0	0	6	0
56	0	2	0	0	6	0
57	0	0	0	0	8	0
58	0	2	0	0	6	0
59	0	2	0	0	6	0
60	0	2	0	0	6	0
61	0	2	0	0	6	0
62	0	3	0	0	5	0
63	0	1	0	0	7	0
64	0	2	0	0	6	0
65	0	1	0	0	7	0
66	0	0	0	3	5	0
67	0	1	0	2	5	0
68	0	1	0	3	4	0
69	0	2	0	2	4	0
70	0	1	0	5	2	0
71	0	2	0	4	4	0
72	0	0	0	5	3	0
73	0	2	0	5	1	0
74	0	1	0	3	0	4
75	0	1	0	4	0	3
76	0	3	0	5	0	0
77	0	2	0	6	0	0
78	0	1	0	6	0	1
79	0	2	0	6	0	0
80	0	5	0	2	0	1
81	0	4	0	2	0	2
82	0	5	3	0	0	0
83	0	4	3	0	0	1
84	0	5	2	0	0	1
85	0	7	1	0	0	0
86	0	7	1	0	0	0
87	0	7	0	0	0	1
88	0	6	2	0	0	0
89	0	5	1	1	0	1
90	0	6	2	0	0	0
91	0	4	2	0	0	2
92	0	3	2	0	0	3
93	0	6	0	0	0	2
94	0	8	0	0	0	0
95	0	4	3	0	0	1
96	0	3	4	0	0	1
97	0	4	1	0	0	3
98	0	3	5	0	0	0
99	0	3	5	0	0	0
100	0	3	4	0	0	1

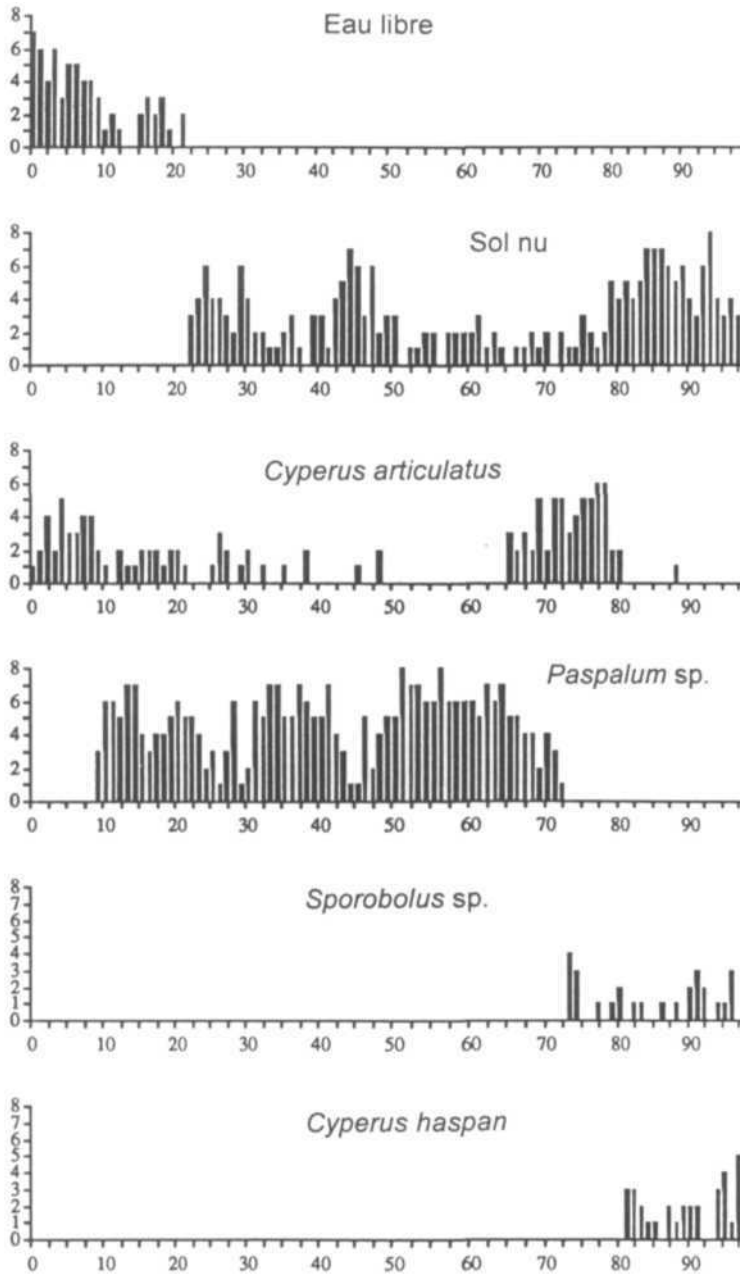


Figure 5 Histogrammes du relevé de végétation dont les données figurent au Tableau 3

Sur chacun des graphiques présentés ci-dessus, les chiffres de 1 à 8 sur l'axe des ordonnées (y) représentent la fréquence à laquelle les espèces indiquées (ou le sol nu ou l'eau libre) ont été notées à la distance indiquée sur l'axe des abscisses (x), puisque 8 points d'échantillonnage ont été réalisés à chaque mètre de transect.

4.3 Dénombrement d'oiseaux

Des dénombrements d'oiseaux peuvent être mis en place à divers endroits de la zone humide du site du stage, avec plusieurs objectifs:

- détermination des espèces;
- familiarisation avec les techniques de comptage et d'estimation;
- utilisation des fiches BIROE;
- comparaison des dénombrements effectués par deux observateurs en un même site;
- comparaison des populations d'oiseaux en un même site à deux moments de la journée (matin et soir);
- comparaison des populations d'oiseaux dans deux habitats différents à un même moment de la journée.

On trouvera ci-après en exemple un rapport effectué par deux stagiaires au Parc national des oiseaux du Djoudj (Sénégal) en 1991.

Dénombrement d'oiseaux sur deux sites différents au Parc national des oiseaux du Djoudj

I Introduction

Dans le souci de mettre en pratique les techniques de dénombrement et d'avoir une idée sur les populations d'oiseaux du Djoudj au cours du séminaire de formation sur



Photo 64 Dénombrement d'oiseaux d'eau au Marigot du Khar dans le Parc national des oiseaux du Djoudj (Sénégal).

les zones humides, trois sorties de terrain ont été effectuées au marigot du Khar, au petit mirador du Khar et au petit mirador du Grand lac respectivement les 12 et 13 mars 1991. Ce travail d'échantillonnage, loin d'être complet, a été mené par deux stagiaires guinéen et sénégalais.

II Méthodologie

Personnel

L'équipe de trois personnes s'est rendue:

- au marigot du Khar dans la matinée du 12/03/91 entre 9h00 et 12h30;
- au lac du Khar de 15h00 à 18h00;
- au petit mirador du Grand lac le 13/03/91 de 9h30 à 12h00.

Matériel

Les observations ont pu être effectuées avec les moyens suivants:

- 3 paires de jumelles;
- 1 télescope;
- 3 guides sur les oiseaux d'Afrique de l'Ouest, d'Europe et du Moyen-Orient, et sur les limicoles;
- les fiches de terrain;
- des carnets de note;
- une carte du Djoudj.

Logistique

Un véhicule mis à notre disposition a permis de se rendre sur les différents sites de dénombrement.

Description des sites

Le marigot du Khar et le lac du Khar sont des marais d'eau douce alors que le Grand lac est salé et saumâtre. Ces trois points d'eau sont tributaires des ouvrages du fleuve Sénégal. Ils sont inondés de juillet à avril.

La végétation observée sur la berge comprend une strate herbacée de *Cyperus haspan*, *Cyperus articulatus*, *Paspalum vaginatum*, *Phloxerus vermicularis* et de phragmites. Dans ce tapis herbacée, se trouvent disséminés des *Tamarix senegalensis*, et quelques rares *Acacia nilotica*.

Méthode

Nous avons utilisé le comptage direct à l'aide de jumelles et télescope selon l'importance des espèces d'oiseaux observées et leur localisation sur la carte de la zone étudiée.

III Résultats

Le Tableau 4 indique les résultats des dénombrements sur le terrain.

Tableau 4 Les résultats des dénombrements sur le terrain

Espèces	Marigot du Khar	Mirador du Khar	Petit mirador du Grand lac
Pelican blanc	12	1	-
Grand cormoran	3	-	-
Grande aigrette	2	1	-
Aigrette garzette	5	-	-
Héron cendré	2	-	-
Tantale ibis	2	-	-
Ibis sacré	1	-	-
Spatule blanche	4	-	-
Flamant rose	4	335	13
Flamant nain	-	-	720
Dendrocygne veuf	-	zao	-
Canard pilet	-	30	-
Sarcelle d'été	-	2.300	1.100
Souchet	-	155	800
Autres canards	700	-	-
Grue couronnée	-	-	158
Grand gravelot	-	1	1
Pluvier pâtre	-	1	-
Chevalier aboyeur	-	1	-
Chevalier Sylvain	1	1	-
Chevalier guignette	-	1	-
Chevalier arlequin	-	1	-
Bécasseau variable	-	4	-
Bécasseau minute	-	7	1
Chevalier combattant	-	14	3.425
Echasse blanche	34	4	-
Avocette	60	-	90
Glaréole à collier	-	-	1
Sterne Caspienne	1	-	-
Guifette moustac	-	90	1
Autres dendrocygnes	-	900	-
Busard des roseaux	4	-	-
Busard cendré	-	1	-
Grèbe castagneux	18	-	-
Martin pêcheur pie	1	-	-
Goéland railleur	-	-	28
TOTAL PAR SITE	854	4.061	6.338
GRAND TOTAL		11.253	

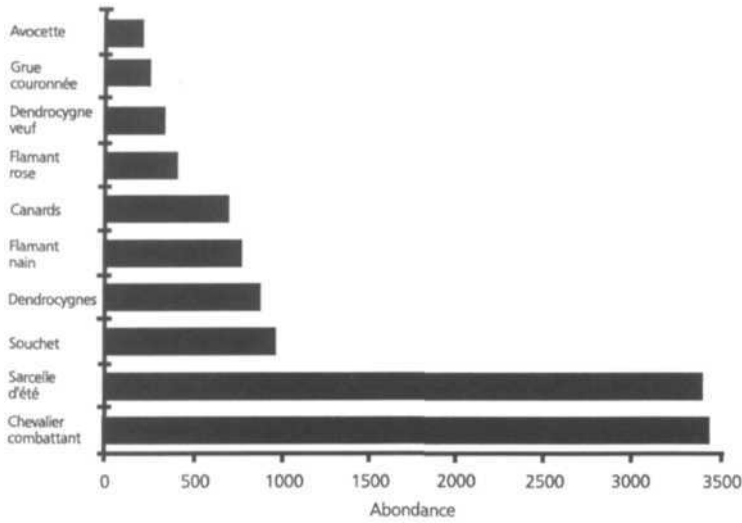


Figure 6 Importance de diverses espèces d'oiseaux d'eau sur 3 sites de recensements au Djoudj

Le Tableau 4 et la Figure 6 ci-dessus mettent en évidence l'importance de la population par espèces sur l'ensemble des sites dénombrés. D'autres histogrammes détaillés auraient permis de comparer les populations dans les différents sites.

IV Discussion et conclusion

Les observations montrent que la diversité des espèces est plus importante dans le marigot du Khar et le mirador du Khar alors que le plus grand nombre d'oiseaux observés se trouve au petit mirador du Grand lac (6.338 par rapport à 4.061 au lac du Khar et 854 au marigot du Khar), soit 56,3% de la population totale des trois sites.

La présence des limicoles sur l'ensemble des sites, et sur celui du Grand lac en particulier, permet de noter que la salinité de l'eau, le niveau, le dégagement de la berge (sol nu) sont des facteurs déterminants dans l'occupation du site.

A titre d'exemple, nous avons dénombré 3.425 chevaliers combattants au Grand lac contre 14 au lac du Khar et aucun au marigot du Khar. Ensuite 800 souchets comptés dans le Grand lac contre 155 au lac du Khar et aucun au marigot du Khar.

Par contre sur les 17 espèces dénombrées au marigot du Khar, deux seulement ont été observées au site du Grand lac. En conclusion, les oiseaux ont des préférences sur l'occupation du site.

4.4 Enquêtes socio-économiques

On trouvera ici à la fois une fiche d'enquête raccourcie pouvant être utilisée en travaux pratiques et un exemple de compte rendu, rédigé après une enquête réalisée dans le village Djadiem III dans le cadre des travaux pratiques au cours du stage organisé au Parc national du Djoudj (Sénégal) en 1991.

Fiche d'enquête raccourcie à utiliser pendant un stage de formation

Nom de l'enquêteur:

Date:

1. Nom du village
2. Date de création
3. Nombre de membres de la famille
4. Ethnie
5. Système d'exploitation

Quelles sont les activités économiques?

Selon les activités de la personne, demander:

si pêche:

- les principales espèces capturées
- l'estimation des captures (kg par jour ou par saison)
- autoconsommation ou vente
- le prix de l'unité au marché

si agriculture:

- cultures pratiquées (par saison)
- superficie cultivée
- rendements
- autoconsommation ou vente
- prix de vente au marché

si élevage:

- espèces (vaches, moutons, chèvres, ânes, chevaux, dromadaires)
- taille du cheptel
- autoconsommation ou vente
- prix des produits sur le marché
- importance des sous produits

6. Est-ce-que tous les villageois ont le droit d'exploiter toutes les ressources naturelles de la zone (discussion)?

Enquête socio-économique réalisée dans le village Djadiem III (Sénégal)

I But de l'étude

Démontrer aux stagiaires l'importance d'une étude socio-économique dans l'établissement d'un plan de gestion d'un parc, ainsi que les difficultés que les aménagistes peuvent rencontrer dans la collecte des données.

L'enquête n'a pas été très approfondie pour des question de temps, l'étude n'ayant duré que 12 heures.

II Objectif

Avoir une idée de l'état des rapports qui peuvent exister entre une zone protégée et les populations locales de la zone, afin de prendre des mesures adéquates pour améliorer ces relations (élaboration de thèmes de sensibilisation en fonction des problèmes existants).

III Méthodologie

La méthodologie employée a consisté à soumettre un certain nombre de chefs de famille du village à un questionnaire élaboré par nous-mêmes. Les questions étaient au total au nombre de 45 et portaient sur les rubriques suivantes:

- renseignements généraux concernant le village et la personne interrogée (nom du village, date de création, identité de l'intéressé);
- activités de production (nature, moyen, rendement, et contraintes);
- infrastructures sociales (santé, éducation);
- initiatives de développement existantes et prévues;
- impacts du Parc National du Djoudj sur la vie de la population du village;
- préoccupations majeures.

Ces questionnaires n'étaient pas figés et, au cours des débats, d'autres sujets ont été abordés. Initialement il était prévu de se rendre dans les familles, mais cela n'a pas été possible car les villageois ont préféré nous recevoir dans un lieu unique où nous avons interrogé diverses personnes une à une.

IV Résultats

Nous avons interrogé au total 10 chefs de famille tous de sexe masculin, âgés de 21 à 60 ans. En supposant que "adulte" signifie de 18 à 40 ans et "vieux" plus de 40 ans, nous avons interrogé 7 vieux et 3 adultes.

Au cours des enquêtes nous nous sommes rendus compte que le village comportait 2 quartiers distants d'environ 1,5 km et par conséquent nous avons interrogé 5 chefs de famille par quartier.

IV. 1 Renseignements généraux

Le village est vieux de plus de cent ans, et les habitants sont des maures noirs d'origine sérère, ouolof et même bambara.

IV.2 Activités de production

La pêche et l'agriculture constituent les activités principales avec une prédominance pour la pêche.

Pêche

Les engins de pêche utilisés sont: ligne de fond, filet maillant dormant.

Les lieux de pêche sont: fleuve Sénégal, Gorom, Diar et quelque fois le Djoudj.

Les principales espèces capturées sont: silures, tilapias, mulets.

Les produits sont utilisés pour l'autoconsommation et la vente. Le poisson frais est essentiellement consommé alors que le poisson séché est destiné à être vendu sur le marché de Saint-Louis.

La capture journalière en période d'étiage peut atteindre 300 kg/jour. Le prix unitaire du poisson séché est estimé à 350 FCFA/kg. Tandis que le frais est vendu au détail par tas dont le prix varie de 50 à 500 FCFA suivant la taille du tas.

A ce niveau les principaux problèmes diminuant considérablement le rendement de cette activité sont:

- conflit Mauritanie-Sénégal qui a conduit à l'interdiction de la pêche sur le fleuve Sénégal;
- l'existence du Parc National du Djoudj qui a conduit à l'interdiction de la pêche dans les eaux de ce marigot.

Agriculture

Autrefois l'agriculture était secondaire et portait sur le maraîchage (haricot, melon). Mais actuellement, compte tenu des difficultés diminuant les rendements de la pêche, beaucoup de gens sont tentés par la riziculture. Le goulot d'étranglement à ce niveau est le problème d'aménagement des casiers qui nécessitent un apport financier personnel substantiel.

Elevage

Cette activité est très peu développée et ne porte que sur le petit bétail. Les produits sont destinés à l'autoconsommation et à la vente en cas de nécessité absolue.

Activités féminines

Outre les travaux ménagers, il faut citer le tissage des nattes de *Typha* et de *Sporobolus*, ainsi que la récolte de bulbes et tubercules de nénuphars.

Les nattes sont destinées à la vente, tandis que les bulbes et tubercules sont destinés à l'autoconsommation.

Les prix des nattes varient suivant les qualités. Les nattes en *Typha* sp. sont vendues à des sommes comprises entre 250 à 350 FCFA (grandeur 10 pieds), tandis que le prix de vente des nattes en *Sporobolus robustus* varie de 10.000 à 40.000 FCFA. Les spécimens exceptionnels sont vendus de 75.000 FCFA à 150.000 FCFA la natte.

Ces matières premières proviennent du parc et leur récolte est soumise à une réglementation.

Aussi le conflit Sénégal-Mauritanie a entraîné une mévente notoire des nattes car les plus grands consommateurs de ces produits sont les Maures blancs mauritaniens.

IV.3 Infrastructures sociales

Cette population ne dispose d'aucune infrastructure sociale (école, dispensaire); pourtant, elle est consciente de l'utilité de telles infrastructures et souhaite en avoir. Certains villageois, soucieux de la nécessité de l'instruction, ont d'ailleurs envoyé leurs enfants à l'école de Djadiem I, distante de 18 km.

L'enseignement coranique n'existe plus depuis le départ des Maures mauritaniens qui le dispensaient. Le taux d'alphabétisation est très faible.

Au plan sanitaire, les actions se limitent aux passages périodiques des équipes de vaccination qui ciblent les femmes enceintes et les enfants d'un certain âge. Les principales maladies signalées sont: les maladies des voies digestives, le surmenage physique, les dermatoses, le paludisme, la bilharziose et d'autres fièvres. Les cas graves de maladie sont évacués à Déby ou, de préférence, à Saint-Louis. Les moyens utilisés sont: moyens du Parc, auto-stop, charrettes.

IV.4 Initiatives de développement

Organisations villageoises

Des foyers de jeunes et de femmes existent à l'état embryonnaire et les objectifs sont encore mal définis.

Projets de développement

Le seul projet de développement au niveau du village est l'aménagement et la mise en valeur des casiers rizicoles. Le même projet existe tant au niveau des jeunes qu'au niveau des vieux, mais il semble qu'aucune concertation n'existe entre les deux groupes en ce qui concerne le projet.

Pour la mise en oeuvre de ce projet, jeunes et vieux, vu les tristes conditions d'existence, comptent sur une aide extérieure, de l'Etat essentiellement, sous forme de dons ou, à défaut, de crédits.

IV.5 Impacts du Parc sur les activités de la population

Comme déjà signalé dans d'autres chapitres, le Parc a un impact considérable sur la vie active des populations du village. Si cet impact est jugé favorable du côté social (secours, main d'oeuvre temporaire) il est jugé défavorable du côté activités de production, notamment la pêche, l'élevage et l'artisanat.

Les effets conjugués du conflit Mauritanie-Sénégal et les interdictions du Parc ont abouti à l'extinction des activités de pêche et une réduction considérable de l'artisanat.

La réduction des zones de parcours du bétail, du fait de la réglementation du Parc, a conduit à l'abandon de l'élevage.

L'impact du Parc se fait plus sentir encore à cause des exigences de la nouvelle administration du campement touristique qui s'oppose aux activités autrefois tolérées par l'ancienne administration (accès au cours d'eau via le campement et recrutement de la population locale).

IV.6 Préoccupations majeures du moment

Elles sont de trois ordres:

- libéralisation des activités vitales au niveau du Parc (pêche, récolte d'herbes et de bulbes et tubercules de nénuphars);
- financements extérieurs pour l'aménagement des casiers rizicoles;
- mise en place d'infrastructures sociales.

V Conclusion et suggestions

Cette enquête socio-économique, bien que très brève à cause du temps imparti, a été d'un apport pédagogique considérable. Elle a permis d'appréhender plusieurs problèmes liés à la cohabitation Parc-populations, un sujet très important dans les enquêtes socio-économiques, l'analyse et le traitement des données.

Nous avons pu constater que la population n'était pas toujours sincère dans ses déclarations et cherchait souvent à mettre la vérité de son côté, en exagérant certains faits.

Les actions de sensibilisation des autorités du Parc auprès des populations des environs devraient être intensifiées afin de bien faire comprendre les buts et les objectifs de la gestion du parc, et ce dans le souci d'une meilleure intégration Parc-populations.

4.5 Autres travaux pratiques

D'autres travaux pratiques peuvent être mis en place en fonction du matériel disponible et de l'imagination et des compétences des enseignants, comme des profils bathymétriques, ou une analyse de carte topographique avec la réalisation de coupes, etc...

Organisations internationales et zones humides

1 Convention de RAMSAR



La Convention relative aux zones humides d'importance internationale particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau, également appelée Convention de Ramsar (du nom de la ville d'Iran où elle fut adoptée en 1971) est un traité intergouvernemental qui constitue le cadre de la coopération internationale en matière de conservation des biotopes des zones humides.

Les zones humides sont essentielles du point de vue des processus écologiques qui s'y déroulent mais aussi pour leur richesse en espèces de faune et de flore. C'est pourquoi la Convention a pour objectifs généraux d'enrayer leur disparition et d'assurer leur conservation. A ces fins, elle impose aux Pays membres (dénommés Parties contractantes dans le cadre de la Convention) l'obligation générale de conserver les zones humides se trouvant sur leur territoire et, plus spécialement, celles qu'ils ont désignées pour inscription sur la "Liste des zones humides d'importance internationale" (voir ci-après).

La Convention est entrée en vigueur à la fin de l'année 1975, après l'adhésion du septième Pays membre, la Grèce. Elle a maintenant des Pays membres dans toutes les régions du monde, et 18 de ses Parties contractantes se trouvent en Afrique (Tableau 1).

La Convention stipule que les Pays membres ont l'obligation générale de tenir compte de la conservation des zones humides dans leurs plans d'aménagement des sols. Ils ont l'obligation de formuler et d'appliquer ces plans de façon à promouvoir, dans la mesure du possible, l'utilisation rationnelle des zones humides se trouvant sur leur territoire. Il est à retenir que les Pays membres ont interprété la notion d'utilisation rationnelle dans le sens de maintien des caractéristiques écologiques, ce qui a une répercussion non négligeable sur les mesures de conservation des zones humides.

Aux termes de la Convention, les Pays membres ont aussi l'obligation d'inscrire des sites sur la "Liste des zones humides d'importance internationale". Chaque Pays membre doit inscrire au moins un site, qui sera choisi en fonction de son importance internationale au point de vue écologique, botanique, zoologique, limnologique ou hydrologique.

Les Pays membres se réunissent tous les trois ans pour discuter de leur situation nationale respective, réexaminer le statut des sites de la Liste, promouvoir des activités en coopération, prendre connaissance des rapports des organisations internationales et décider du fonctionnement de la Convention. En 1987, la Conférence a instauré un régime financier et créé un Bureau et un Comité permanent. Les Pays membres contribuent au budget, conformément à la pratique internationale fondée sur le barème des Nations Unies. Le Comité permanent (composé des représentants de neuf Parties contractantes) mène à bien les activités dans l'intervalle entre deux Conférences. Le Bureau de Ramsar, offre un cadre d'appui administratif, scientifique et technique permanent. Le dépositaire de la Convention est l'Unesco.

Adresse

Secrétariat de la Convention de RAMSAR, rue Mauvemy 28,
1196 Gland, Suisse
Tel: ++41 (22) 999 01 70; Fax: ++41 (22) 999 01 69

Tableau 1 Liste des zones humides d'importance internationale en Afrique

Pays	Zone humide	Date	Superficie (ha)
ALGERIE	Lac Oubeïra	04/11/83	2.200
	Lac Tonga	04/11/83	2.700
BURKINA FASO	La Mare d'Oursi	27/06/90	45.000
	La Mare aux hippopotames	27/06/90	19.200
	Parc National du W	27/06/90	235.000
TCHAD	Lac Fitri	13/06/90	195.000
EGYPTE	Lake Bardawil	09/09/88	59.500
	Lake Burullus	09/09/88	46.200
GABON	Wongha-Wonghé	30/12/86	380.000
	Petit Loango	30/12/86	480.000
	Setté Cama	30/12/86	220.000
GHANA	Owabi	22/02/88	7.260
	Muni lagoon	14/08/92	non confirmé
	Densu delta	14/08/92	non confirmé
	Sakumo lagoon	14/08/92	non confirmé
	Songor lagoon	14/08/92	non confirmé
	Anlo-Keta lagoon complex	14/08/92	non confirmé
GUINEE	Ile Alcatraz	18/11/92	1
	Iles Tristao	18/11/92	85.000
	Rio Kapatchez	18/11/92	20.000
	Rio Pongo	18/11/92	30.000
	Konkoure	18/11/92	90.000

Pays	Zone humide	Date	Superficie (ha)
GUINEE-BISSAU	Lagoa de Cufada	14/05/90	39.098
KENYA	Lake Nakuru	05/06/90	18.800
MALI	Walado Debo / Lac Debo	25/05/87	103.100
	Séri	25/05/87	40.000
	Lac Horo	25/05/87	18.900
MAURITANIE	Banc d'Arguin	22/10/82	1.173.000
MAROC	Merja Zerga	20/06/80	3.500
	Merja Sidi Bourhaba	20/06/80	200
	Lac d'Affennourir	20/06/80	380
	Baie de Khnifiss	20/06/80	6.500
NIGER	Parc National du "W"	30/04/87	220.000
SENEGAL	Djoudj	11/07/77	16.000
	Bassin du Ndiaël	11/07/77	10.000
	Delta du Saloum	03/04/84	73.000
	Gueumbeul	29/09/86	720
AFRIQUE DU SUD	De Hoop Vlei	12/03/75	750
	Barberspan	12/03/75	3.118
	De Mond (Heuningnes Estuary)	02/10/86	1.318
	Blesbokspruit	02/10/86	1.858
	Turtie Beaches/Coral Reefs of Tongaland	02/10/86	39.500
	St. Lucia System	02/10/86	155.500
	Langebaan	25/04/88	6.000
	Wilderness Lakes	28/06/91	850
	Verlorenvlei	28/06/91	1.700
	Orange River Mouth	28/06/91	2.000
	Kosi Bay	28/06/91	8.000
Lake Sibaya	28/06/91	7.750	
TUNISIE	Ichkeul	24/11/80	12.600
OUGANDA	Lake George	04/03/88	15.000
ZAMBIE	Kafue Flats: Lochinvar and Blue Lagoon	28/08/91	83.000
	Bangweulu Swamps: Chikuni	28/08/91	250.000

Critères d'identification des zones humides d'importance internationale

Introduction

L'Article 2.1 de la Convention prévoit que "Chaque Partie contractante devra désigner les zones humides appropriées de son territoire à inclure sur la Liste des zones humides d'importance internationale". Les indications fournies par le texte de la Convention sur l'identification des "zones humides d'importance internationale" se trouvent à l'article 2.2, qui parle d'"importance internationale au point de vue écologique, botanique, zoologique, limnologique ou hydrologique" et qui précise: "Devraient être inscrites, en premier lieu, les zones humides ayant une importance internationale pour les oiseaux d'eau en toutes saisons". Les critères présentés ci-dessous, qui ont été approuvés par la Conférence des Parties contractantes, servent à identifier les zones humides d'importance internationale.

Critères

Une zone humide est identifiée comme étant d'importance internationale si elle remplit l'un ou l'autre des critères présentés ci-dessous:

1. Critères relatifs aux zones humides représentatives ou uniques

Une zone humide devrait être considérée comme d'importance internationale s'il s'agit:

- a) d'un bon exemple tout à fait représentatif d'une zone humide caractéristique de la région biogéographique en question; ou
- b) d'un exemple particulièrement représentatif d'un type de zone humide répandu dans plusieurs régions biogéographiques; ou
- c) d'un exemple représentatif d'une zone humide qui joue un rôle important, du point de vue hydrologique, biologique ou écologique dans le fonctionnement d'un bassin fluvial ou d'un système côtier, notamment si elle est située de part et d'autre d'une frontière; ou
- d) d'un exemple d'un type spécifique de zone humide, rare ou inhabituelle dans la région biogéographique en question.

2. Critères généraux tenant compte de la flore ou de la faune

Une zone humide devrait être considérée comme d'importance internationale:

- a) si elle abrite un ensemble significatif d'espèces ou de sous-espèces de plantes ou d'animaux rares, vulnérables ou en voie de disparition, ou un nombre significatif d'individus d'une ou de plusieurs de ces espèces; ou
- b) si elle présente une valeur particulière pour le maintien de la diversité écologique et génétique d'une région grâce à la richesse et l'originalité de sa flore et de sa faune; ou
- c) si elle présente une valeur particulière comme habitat de plantes ou d'animaux à un stade critique de leur cycle biologique; ou

- d) si elle revêt une valeur spéciale par la présence d'une espèce végétale ou animale au moins.

3. Critères spécifiques tenant compte des oiseaux d'eau

Une zone humide devrait être considérée d'importance internationale:

- a) si elle abrite habituellement 20.000 oiseaux d'eau; ou
- b) si elle abrite habituellement un nombre significatif d'individus appartenant à des groupes particuliers d'oiseaux d'eau et indicateurs des valeurs, de la productivité ou de la diversité de la zone humide; ou
- c) si, dans le cas où l'on dispose de données sur les populations, elle abrite habituellement 1% des individus d'une population d'une espèce ou d'une sous-espèce d'oiseaux d'eau.

Lignes directrices pour l'application des Critères

Dans le but d'aider les Parties contractantes à juger s'il convient d'inclure une zone humide particulière dans la Liste des zones humides d'importance internationale, la Conférence des Parties contractantes a formulé les lignes directrices suivantes pour l'application des Critères.

- a) Une zone humide pourrait être considérée comme d'importance internationale selon le Critère 1 si, en raison du rôle exceptionnel qu'elle joue dans les systèmes biologiques, écologiques ou hydrologiques naturels, elle a une importance considérable du fait qu'elle assure la subsistance des communautés humaines qu'elle abrite. Dans ce contexte, on peut mentionner:
- la fourniture d'aliments, de fibres et de combustibles;
 - ou le maintien de valeurs culturelles;
 - le maintien de chaînes alimentaires, de la qualité de l'eau, la régulation des crues ou la stabilité du climat.

Ce rôle devrait à tous égards rester dans le cadre d'une utilisation durable et de la conservation des habitats et ne devrait pas modifier les caractéristiques écologiques de la zone humide.

ou

- b) Une zone humide pourrait être considérée comme d'importance internationale dans le cadre des Critères 1, 2 ou 3, si elle est conforme à des lignes directrices supplémentaires élaborées au niveau régional (par ex. Scandinavie ou Afrique de l'Ouest) ou national. L'élaboration de telles lignes directrices régionales ou nationales peut être particulièrement appropriée
- là où certains groupes d'animaux (autres que les oiseaux d'eau) et de plantes sont considérés comme étant d'une plus grande utilité comme base d'évaluation; ou
 - là où les oiseaux d'eau et autres animaux ne forment pas de grandes concentrations (notamment sous les latitudes septentrionales);
 - ou là où la collecte de données est difficile (notamment dans les pays très étendus).

ou

- c) Les "groupes particuliers d'oiseaux d'eau indicateurs des valeurs, de la productivité ou de la diversité de la zone humide" mentionnés dans le Critère 3(b) comprennent l'un ou l'autre des groupes suivants:
- les plongeurs: Gaviidae;
 - les grèbes: Podicipedidae;
 - les cormorants: Phalacrocoracidae;
 - les pélicans: Pelecanidae;
 - les hérons, butors, cigognes, ibis et spatules: Ciconiiformes;
 - les cygnes, les oies et les canards: Anatidae;
 - les rapaces fréquentant les zones humides: Accipitriformes et Falconiformes;
 - les grues: Gruidae;
 - les limicoles: Charadrii; et
 - les sternes: Sternidae.
- d) Les critères spécifiquement fondés sur le nombre d'oiseaux d'eau s'appliquent à des zones humides de dimensions variables selon les différentes Parties contractantes. S'il est impossible de donner des lignes directrices précises sur les dimensions des sites où se trouvent ces oiseaux, les zones humides satisfaisant au critère 3 doivent former une unité écologique et peuvent donc être constituées d'une seule grande aire ou d'un groupe de zones humides de plus petite superficie. Il convient également de tenir compte des mouvements d'oiseaux aux périodes de migration afin d'atteindre un total cumulatif, s'il est possible de disposer de telles données.

2 UICN - Union mondiale pour la nature



Fondée en 1948, l'UICN - Union mondiale pour la nature - est une organisation dont les 804 membres comprennent des gouvernements, des organisations non gouvernementales (ONG), des organismes de recherche et des agences de conservation dans 128 pays. L'objectif de l'Union est de promouvoir et d'encourager la protection et l'utilisation durable des ressources vivantes.

Plusieurs milliers de scientifiques et d'experts de tous les continents font partie d'un réseau appuyant les activités que l'UICN mène par l'intermédiaire de commissions, de programmes régionaux et de programmes thématiques; l'Union peut ainsi élaborer des politiques pour la conservation de la diversité biologique et la mise en place de nouvelles méthodes de gestion des ressources naturelles.

Le Programme zones humides de l'UICN s'intéresse essentiellement à la conservation des processus écologiques et hydrologiques qui caractérisent les zones humides. Il s'acquitte de cette tâche en collaboration avec les membres et les partenaires de l'UICN, et en particulier avec le Bureau de la Convention de Ramsar et le Bureau international de recherches sur les oiseaux d'eau et les zones humides (BIRIOE).

Le Programme consiste en un ensemble de projets de terrain dont l'objectif est d'élaborer des méthodologies de gestion des zones humides dans les pays en développement où ces écosystèmes sont intensivement utilisés par les communautés locales. Les résultats de ces projets permettent de définir des politiques et stratégies à l'intention des responsables des plans de développement au sein des gouvernements concernés. Une grande importance est également accordée à la formation des cadres techniques des administrations et des gestionnaires des aires protégées. Le Programme fonctionne de manière décentralisée par l'intermédiaire de coordonnateurs basés dans les délégations régionales de l'UICN à Dakar, Nairobi, Harare, San José, Quito et Bangkok.

Adresse

UICN - Union mondiale pour la nature, rue Mauverney 28,
1196 Gland, Suisse
Tel: ++41 (22) 999 00 01 ; Fax: ++41 (22) 999 00 02

3 Bureau international de recherche sur les oiseaux d'eau et les zones humides (BIROE)



Depuis plus de 20 ans, le Bureau international de recherche sur les oiseaux d'eau et les zones humides (BIROE) est engagé dans un programme de suivi et de conservation des populations d'oiseaux d'eau et de leurs habitats, les zones humides. Son activité s'est d'abord dirigée sur le continent européen, mais se développe actuellement dans les autres continents.

L'une des opérations les plus connues du BIROE est le Dénombrement International des Oiseaux d'Eau (DIOE), un programme de suivi des populations qui repose essentiellement sur un recensement coordonné dans de nombreux pays (plus de 60 aujourd'hui) au mois de janvier de chaque année. C'est essentiellement un effort bénévole, qui a pour but de collecter les données nécessaires à la conservation des zones humides.

Le DIOE est organisé au travers de coordinateurs nationaux. Un atout majeur des DIOE est qu'ils assurent la collaboration de tous ceux, amateurs ou professionnels, qui partagent le même intérêt pour la conservation des zones humides.

Le BIROE joue le rôle de coordinateur international pour les DIOE, en favorisant les contacts entre les pays participants au travers de réunions et de publications distribuées gratuitement à tous les participants. Le BIROE assure que les résultats sont diffusés le plus largement possible vers toutes les organisations internationales concernées par la protection des zones humides importantes.

En Afrique, le BIROE a jusqu'à présent été surtout actif dans les pays francophones du Nord et de l'Ouest mais étend progressivement son travail à l'ensemble du continent.

Adresse

International Waterfowl and Wetlands Research Bureau, Slimbridge,
Gloucester, GL2 7BX, Royaume-Uni
Tel: ++44 (453) 890 624; Fax: ++44 (453) 890 827

4 Fonds mondial pour la nature (WWF)



Le WWF a pour objectif de conserver la nature et les processus écologiques:

- en préservant la diversité génétique, celle des espèces et celle des écosystèmes
- en veillant à ce que l'utilisation des ressources naturelles renouvelables soit durable, dans l'immédiat comme à long terme
- en encourageant des mesures visant à réduire le gaspillage dans l'exploitation et la consommation des ressources et de l'énergie.

Le WWF - Fonds mondial pour la nature est la plus grande organisation internationale privée de conservation de la nature. Elle compte 28 organisations nationales affiliées et associées dans le monde entier, et plus de 5,2 millions de personnes soutiennent régulièrement ses activités.

Bien que le WWF n'ait pas de programme spécifique pour les zones humides, l'organisation finance régulièrement dans le cadre de ses activités des projets qui concernent de près ou de loin la conservation des zones humides.

Adresse

WWF International, Avenue du Mont-Blanc, 1196 Gland, Suisse
Tel: ++41 (22) 364 91 11; Fax: ++41 (22) 364 53 58

Pour en savoir plus

Bibliographie sommaire

Zones humides et aires protégées

- Burgis, M.J. & Symoens, J.J. 1987. *Zones humides et lacs peu profonds d'Afrique. Répertoire*. Editions de l'ORSTOM, Collection Travaux et Documents, Paris, France.
- Dugan, P.J. 1992. *La conservation des zones humides: problèmes actuels et mesures à prendre*. UICN, 28 Rue Mauverney, Gland, Suisse.
- Hughes, R.H. & Hughes, J.S. 1992. *Répertoire des zones humides d'Afrique*. UICN, 28 rue Mauverney, Gland, Suisse.
- Larson, J.S. et al. 1989. *Functional assessment of freshwater wetlands: a manual and training outline*. The Environmental Institute, University of Massachusetts and the World Wide Fund for Nature - WWF, Amherst, USA. (En anglais seulement).
- MacKinnon, J. et al. 1990. *Aménagement et gestion des aires protégées tropicales*. UICN, 28 rue Mauverney, Gland, Suisse.
- National Academy Press. 1982. *Les aspects écologiques du développement sous les tropiques humides*. National Academy Press, Washington, Etats-Unis.
- Ramsar Convention Bureau. 1993. *A Directory of Wetlands of International Importance*. Ramsar Convention Bureau, 28 rue Mauverney, Gland, Suisse. (En anglais seulement).
- UICN. 1987. *IUCN Directory of Afrotropical Protected Areas*. UICN, 28 rue Mauverney, Gland, Suisse. (En anglais seulement).
- Untermaier, J. 1991. *Legal Aspects of the Conservation of Wetlands / Aspects juridiques de la conservation des zones humides*. UICN, 28 rue Mauverney, Gland, Suisse.

Développement

- ENDA. 1986. *Enjeux de l'après barrage: vallée du Sénégal, sous la direction de P. Engelhard*. 632 pp. + illustrations.

Environnement

- Bonfils, M. 1987. *Halte à la désertification du Sahel*. Karthala, 22-24 Boulevard Arago, 75013 Paris, France. 268 pp.
- Howe, C.P. *et al.* 1992. *Manual of guidelines for scoping EIA in tropical wetlands*. Directorate General of Forest Protection and Nature Conservation / Asian Wetland Bureau, P.O. Box 254, Bogor - 16001, Indonésie. (En anglais seulement).
- Mortimore, M. 1988. *Adapting to drought: farmers, famines and desertification in West Africa*. Press Syndicate of the University of Cambridge, Cambridge CB2 1RP, Royaume-Uni. (En anglais seulement).
- UICN/PNUE/WWF. 1980. *Stratégie mondiale de la conservation*. UICN, 28 rue Mauverney, Gland, Suisse.
- UICN/PNUE/WWF. 1991. *Sauver la Planète. Stratégie pour l'Avenir de la Vie*. UICN, 28 rue Mauverney, Gland, Suisse.

Enseignement

- Harthoorn, J. 1990. *Manuel de travaux pratiques sur les zones humides de l'Afrique de l'Ouest, avec référence spéciale au Cameroun*. Centre des Etudes environnementales - CML, Université de Leyde, Pays-Bas et Ecole de Faune de Garoua, Garoua, Cameroun.

Flore

- Hamilton, L.S. & Snedaker, S.C. 1984. *Handbook for Mangrove Area Management*. UICN, 28 rue Mauverney, Gland, Suisse. (En anglais seulement).
- Maydell, H.J. von. 1990. *Arbres et arbustes du Sahel: leurs caractéristiques et leurs utilisations*. GTZ, Dag-Hammarskjöld-Weg 1, Eschborn/Ts, Allemagne.
- van der Zon, A.P.M. 1992. *Graminées du Cameroun*. Vol. 1. Phytogéographie et pâturages, vol. 2. Flore. Wageningen Agricultural University Papers 92-1, The Netherlands.

Faune

- Balat, B., Benoit, M., Chevillotte, H., Diop, A., Duplantier, J.M. & Galat-Luong, A. 1990. *Dénombrement de la grandefaune du Parc National du Niokolo Koba. I. Direction des Parcs Nationaux du Sénégal*. ORSTOM, Dakar, Sénégal.
- Boyd, H. & Pirot, J-Y. 1989. *Flyways and reserve networks for water birds*. Special publication No. 9. IWRB, Slimbridge, Royaume Uni. (En anglais seulement).

- Perennou, C. 1991. *Les recensements internationaux des oiseaux d'eau en Afrique tropicale*. Résumé des dénombrements conduits en Afrique tropicale occidentale principalement de 1955-1990 et figurant dans la base de données "Afrique" du BIROE. Publication spéciale n° 15. IWRB, Slimbridge, Royaume-Uni.
- Brown, L.H., Urban, E.K., Newman, K. & Fry, L.H. 1982-1992. *The birds of Africa*. Volumes I-V. Academie Press, Oxford, Royaume-Uni.
- Dekeyser, P.L. & Derivot, J.H. 1967. *Les oiseaux de l'ouest africain*. IFAN, Dakar, Sénégal.
- FAO. 1991. *Pêches, alimentation et développement*. FAO, Rome, Italie.
- Howes, J. & Bakewell, D. 1989. *Shorebirds Study Manual*. Asian Wetland Bureau, Kuala Lumpur, Malaisie. (En anglais seulement).
- Monval, J.Y. & Pirot, J-Y. (Ed.). 1989. *Results of the IWRB International Waterfowl Census, 1967-1986*. IWRB, Slimbridge, Royaume-Uni. 146 pp. (Existe en français).
- Peterson, R. *et al.* 1967. *Guide des oiseaux d'Europe*. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, Suisse.
- Serie, W. & Morel, G.J. 1979. *Les oiseaux de l'Ouest africain*. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, Suisse.

Périodiques ou bulletins traitant en tout ou partiellement des zones humides tropicales

Baobab (Bulletin de l'organisation OXFAM - Réseau d'information des terres arides)

Arid Lands Unit, OXFAM, 274 Banbury Road, Oxford OX2 7DZ, Royaume-Uni

Bulletin de la Convention de Ramsar (Bulletin trimestriel de la Convention relative aux zones humides d'importance internationale particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau)

Secrétariat de la Convention de RAMSAR, 28 rue Mauverney, 1196 Gland, Suisse

Comaraf Newsletter (Lettre d'information du projet régional pour la formation et la recherche sur les systèmes côtiers d'Afrique - COMARAF/COMAR Major Project)

UNESCO, Division des sciences marines, 1 rue Miollis, 75015 Paris, France

Cours d'eau et lacs internationaux (Bulletin du Département de la coopération technique pour le développement. Nations-Unies)

United Nations, Chef du Service des ressources en eau, Division des ressources naturelles et de l'énergie, Département de la coopération technique pour le développement, New York, NY 10017, Etats-Unis

Edwin Newsletter (Publication trimestrielle de Edwin Information System)

Centre for Environmental Studies, Leiden University, Garenmarket 1, P.O. Box 2300 RA, Leiden, Pays-Bas

IWRB News (International Waterfowl and Wetlands Research Bureau, IWRB - Bulletin du Bureau international de recherches sur les oiseaux d'eau et les zones humides, BIRIOE)

International Waterfowl and Wetlands Research Bureau, Slimbridge, GL2 7BX, Royaume-Uni

Nature et faune (Revue internationale pour la Conservation de la Nature en Afrique. FAO/PNUE. Publication trimestrielle bilingue)

FAO Regional Office for Africa, P.O. Box 1628, Accra, Ghana

OMVS Magazine (Revue trimestrielle d'Information de l'Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal, OMVS)

OMVS, 5 Place de l'Indépendance, Dakar, Sénégal

Ressources et Espaces naturels (Bulletin de la Délégation régionale de l'UICN en Afrique de l'Ouest)

Délégation régionale de l'UICN en Afrique de l'Ouest, B.P. 3215, Dakar, Sénégal

Wetlands Programme Newsletter (Bulletin biannuel du Programme Zones Humides de l'UICN)

UICN - Union mondiale pour la nature, 28 rue Mauverney, 1196 Gland, Suisse

World Birdwatch (The newsletter of Birdlife International - Bulletin de Birdlife International - anciennement Conseil international pour la Protection des Oiseaux, CIPO)

Birdlife International, 32 Cambridge Road, Girton, Cambridge CB3 0PJ, Royaume-Uni

World Rivers Review (Bulletin du International Rivers Network)

International Rivers Network, 301 Broadway, Suite B, San Francisco, CA 941 33, Etats-Unis

Institutions africaines francophones pouvant être contactées pour des informations sur les zones humides tropicales

Ecole pour la formation de spécialistes de la faune

B.P. 271, Garoua, Cameroun
Tél:++237 27 11 25/27 10 25

Environnement et développement du Tiers-Monde (ENDA Tiers-Monde)

4 et 5 rue Kléber, Dakar B.P. 3370, Dakar, Sénégal
Tél: ++221 22 42 29/21 60 27

Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (ORSTOM)

Centre de Dakar, B.P. 1386, Dakar-Hann, Sénégal
Tél: ++221 32 58 64 / 32 34 80

Institut fondamental d'Afrique noire (IFAN)

Laboratoire de Géographie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, B.P. 206, Dakar, Sénégal

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa (INEP)

Centro de Estudos de Historia Contemporânea, Complexo Escolar 14, de Novembro, Barro Covernel, C.P. 112, Bissau, Guinée-Bissau

Institut des sciences de l'environnement (ISE)

Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Faculté des Sciences, Dakar, Sénégal

Annexe N°4

Liste alphabétique des termes donnés en notes infrapaginales

Algues:	plantes aquatiques inférieures se reproduisant sans jamais former de fleurs ni de fruits ou graines. Toutes leurs cellules sont assez semblables
Altitude:	élévation d'un point par rapport au niveau de la mer
Amplitude:	grandeur, étendue, ou encore écart entre les deux valeurs extrêmes
Anoxie:	absence d'oxygène
Anticyclone:	zone de haute pression atmosphérique
Aquifère:	qui contient de l'eau; ici couche rocheuse ou sablonneuse souterraine contenant de l'eau
Arctique:	régions polaires du nord
Arthropodes:	invertébrés dont le corps est recouvert d'une sorte de "carapace" et formé de pièces articulées
Avifaune:	ensemble des oiseaux
Biodiversité:	voir "Diversité biologique"
Biomasse:	masse de matière vivante
Biotope:	milieu, habitat
Capacité de charge:	niveau d'exploitation maximal possible pour une utilisation durable de la ressource
Cécité:	état d'une personne aveugle
Chadouf:	système permettant de puiser l'eau souterraine au moyen d'un levier équipé d'un contrepoids
Chaîne trophique:	chaîne alimentaire
Cohorte:	en ce qui concerne les poissons, ensemble des individus nés d'une même ponte
Cynégétique:	qui se rapporte à la chasse
Démographie:	études statistiques des populations. Ici, estimation de la taille des populations

Dénitrification:	élimination de l'azote contenu dans l'eau
Dépression:	zone de basse pression atmosphérique
Détritivore:	qui se nourrit de débris organiques
Dictaphone:	petit magnétophone de poche permettant de dicter des rapports ou courriers
Diptères:	insectes à deux ailes
Diversité biologique:	variabilité de tous les organismes vivants, comprenant la diversité au sein des espèces (variabilité génétique) et entre les espèces, ainsi que la diversité des écosystèmes
Dormance:	inhibition de la croissance
Dynamique hydrologique:	les mouvements d'eau
Eau saumâtre:	eau de salinité intermédiaire entre l'eau douce et l'eau de mer
Echelle d'une carte:	rapport entre une longueur dans la réalité et sa représentation sur la carte
Ecologie:	étude des milieux où vivent et se reproduisent les êtres vivants ainsi que des rapports de ces êtres avec le milieu
Ecologue:	spécialiste de l'écologie. Le terme "écologiste" est souvent plus assimilé à "défenseur de l'environnement"
Ecosystème:	unité composée d'organismes et de l'environnement
Effectifs:	importance numérique
Effluent:	ensemble des eaux à évacuer d'une zone (terrains et bâtiments) et des matières qu'elles peuvent entraîner. On parle d'effluents agricoles, industriels ou urbains
Encéphalite:	affection du cerveau de caractère inflammatoire
Engorgement:	imprégnation d'eau
Entomophage:	qui se nourrit d'insectes
Epizootie:	maladie frappant en même temps un grand nombre d'animaux de même espèce ou d'espèces différentes
Equinoxe:	période de l'année où le soleil passe par l'équateur, et où le jour et la nuit ont la même durée, du Pôle Nord ou Pôle Sud
Erosion:	action d'usure et de transformation que les eaux et les agents atmosphériques font subir à l'écorce terrestre. L'érosion hydrique est due à l'eau alors que l'érosion éolienne est due au vent

Espèce:	en biologie, c'est l'unité de base qui comprend tous les individus ayant le même aspect et pouvant se reproduire entre eux. Le nom scientifique d'une espèce se compose de deux noms latins: le premier, écrit avec une majuscule, est le nom de genre, le second est le nom de l'espèce
Espèce endémique:	que l'on ne trouve que dans la région ou le pays considéré
Estuaire:	embouchure d'un cours d'eau, dessinant généralement dans le rivage une sorte de golfe évasé et peu profond
Eutrophisation:	accumulation dans l'eau de débris organiques qui, en pourrissant, conduisent à une baisse de la teneur en oxygène dissous dans les couches profondes
Evaporation:	transformation de l'eau en vapeur au niveau de la surface sous l'action de la chaleur naturelle (soleil) ou artificielle
Extrapoler:	appliquer un résultat connu (pour un échantillon) à un domaine plus large (une zone, une région)
Facteurs édaphiques:	facteurs écologiques liés au sol et non au climat
Fagnes:	plaines d'inondation en zones tempérées (par exemple en Europe)
Fèces:	excréments solides
Fertiliser:	rendre une terre plus fertile, plus productive
Fruer:	pondre des oeufs (pour les poissons seulement)
Fluctuations:	variations successives, dans un sens ou dans l'autre
Gîte larvaire:	habitat pour les larves
Gonades:	organes reproducteurs
Gradient:	taux de variation d'une donnée en fonction de la distance ou du temps
Herbier:	collection de plantes, entières ou fragmentées, que l'on garde séchées ou aplaties entre des feuillets auxquels elles sont généralement fixées
Histogramme:	graphique en colonnes
Hydrologie:	étude des eaux et de leurs propriétés
Hydrosoluble:	soluble dans l'eau
Infiltration:	pénétrer peu à peu, comme à travers un filtre
Invertébrés:	tous les animaux qui ne possèdent pas de colonne vertébrale

Latitude:	donnée mesurant en degrés la distance d'un point de la terre à l'équateur. On parle de latitude nord et de latitude sud
Layon:	petite laie (espace déboisé et rectiligne)
Limicoles:	Oiseaux échassiers qui se nourrissent dans les boues vaseuses du bord de la mer ou des lacs
Limon:	terre ou fines particules entraînées par les eaux et déposées sur le lit et les rives des fleuves ainsi que dans les zones humides
Longitude:	donnée mesurant en degrés la distance d'un point de la terre à une ligne imaginaire rejoignant le pôle nord au pôle sud et passant par Londres (Royaume-Uni), Gao (Mali) et Accra (Ghana). On parle de longitude est et ouest
Macrophyte:	espèce végétale visible à l'oeil nu; opposé à microphyte, terme qui recouvre les micro-organismes végétaux
Méridional:	situé au sud
Migrations:	déplacements périodiques accomplis par certaines espèces animales
Modèle informatique:	représentation mathématique d'un processus ou d'un système, calculée par ordinateur
Monoculture:	culture d'un seul produit; exemple: monoculture du riz.
Morphologie:	la forme, l'apparence extérieure
Nappe phréatique :	couche d'eau souterraine
Nécrophage:	qui se nourrit de cadavres
Niche écologique:	milieu biologique assez étroit offrant à une population animale des conditions d'habitat stables
Océanographie:	étude des mers et des océans
Ornithologue:	spécialiste des oiseaux
Ouïe:	sens qui permet d'entendre
Paléarctique:	domaine géographique contenant des communautés biologiques distinctes. Il se compose de l'Europe, de l'Afrique du nord, du Moyen-Orient et de l'Asie à l'exception des sous-continent indien et sud-est asiatique
Pédologie:	étude des caractères chimiques et physiques des sols
Perméable:	qui se laisse traverser facilement par un liquide
Pesticide:	substance utilisée contre les parasites animaux et végétaux des cultures
Phanérogame:	plante à fleur

Photosynthèse:	processus par lequel les plantes vertes utilisent l'énergie lumineuse et le gaz carbonique de l'air pour assurer leur croissance. Le rejet d'oxygène est un effet secondaire de la photosynthèse
Physiologie:	les processus biochimiques qui soutiennent la vie
Phytophage:	qui se nourrit de végétaux
Phytoplancton:	ensemble des organismes végétaux de très petite taille vivant en suspension dans l'eau
Piscivore:	qui se nourrit ordinairement de poisson
Plantes ripicoles:	qui colonisent les rives des cours d'eau. Egalement appelées plantes riveraines
Pluviosité:	régime des pluies
Pointeur manuel:	petit compteur mécanique permettant de faire un recensement: à chaque pression du doigt l'appareil ajoute une unité (une unité peut correspondre à un oiseau, à 2 ou 3 si on compte par multiples, ou même à 50, 100 ou 1.000 oiseaux si on fait une estimation par blocs)
Précipitations:	ensemble des pluies
Prédateur:	qui se nourrit d'autres animaux
Propagation végétative:	multiplication non sexuée
Protozoaires:	être vivants unicellulaires classés dans le règne animal. Opposés à métazoaires qui sont les animaux pluricellulaires
Régime foncier:	ensemble des lois relatives aux propriétés immobilières (sols et bâtiments)
Ressources halieutiques:	ressources liées à la pêche
Ruissellement:	écoulement superficiel des eaux de pluie, qui s'opère d'abord en filets ou en nappes, avant de se concentrer en rigoles qui elles-mêmes produiront les cours d'eau
Salinisation:	accumulation de sel dans les sols
Sédimentation:	dépôt de matière en suspension: graviers, sables, boues, etc...
Septentrional:	situé au nord
Sporadique:	qui apparaît çà et là, de temps à autre, de manière irrégulière
Statistiques:	ensemble de techniques d'interprétation mathématique appliquées à des phénomènes pour lesquels une étude complète est impossible
Stratification:	disposition en couches superposées

Sustentation:	maintien en équilibre durant le vol
Topographie:	configuration, relief d'un lieu, d'un terrain
Tourbière:	couche de matière organique acide, non décomposée. Typiques des zones arctiques, les tourbières sont rares en Afrique, sauf dans les vallées montagneuses du Rwanda, du Burundi et de l'Ouganda
Tourisme balnéaire:	tourisme lié aux plages
Transect:	lignes tirées au hasard dans la zone dont on veut analyser la végétation (ou la faune ou tout autre paramètre) et le long desquelles on étudiera la répartition et l'abondance des espèces
Type pédologique:	type de sol
Ubiquiste:	qui est capable d'occuper plusieurs types de milieux
Zone intertidale:	espace côtier situé entre les limites extrêmes atteintes par la marée
Zooplancton:	ensemble des organismes animaux (invertébrés) de très petite taille vivant en suspension dans l'eau

Crédit photographique

Bass, T.A. (WWF) 224; Beintema, A. (IBN) 72, 110, 167, 192, 197, 201, 238, 242; Bloer, J.H. (WWF) 212; Boulton, M. (WWF) 63; Campredon, P. (UICN) 23, 36, 68; Charlet, C. (WWF) 117; Del Bello, R. (WWF) 85; Dugan, P. (UICN) 70, 153; Gartung, W. (WWF) 172; Gunther, M. (WWF) 12; Heuclin, D. (WWF) 44; Langrand, O. (WWF) 29; Le Guen, R. (WWF) 81; Newby, J. (WWF) 17, 83, 125, 177; Piro, J.-Y. (UICN) 32, 88, 91, 162, 179, 234; Skelton, P.H. (WWF) 172; Skinner, J. (UICN) 4, 10, 15, 33, 36, 46, 48, 63, 78, 81, 83, 85, 88, 95, 96, 98, 102, 111, 140, 149, 159, 171, 192; Terretaz, M. (WWF) 51; Trotignon, J. (WWF) 55; Weyerhaeuser, R. (WWF) 39, 42, 217.

Programme Zones Humides de l'UICN

Titres actuellement disponibles

- 1. Managing the Wetlands of Kafue Flats and Bangweulu Basin**
Proceedings of the WWF-Zambia Wetlands Project Workshop
R.C.V. Jeffery, H.N. Chabwela, G. Howard and P.J. Dugan
- 2. Conservation and Development: The Sustainable Use of Wetland Resources**
Proceedings of the Third International Wetlands Conference, Rennes, France
E. Maltby, P.J. Dugan and J.C. Lefeuvre
- 3. Conservation and Management of Greek Wetlands**
Proceedings of a Workshop on Greek Wetlands held in Thessaloniki, Greece
P.A. Gerakis
- 4. Wetlands Conservation Conference for Southern Africa**
Proceedings of a Conference held in Gaborone, Botswana
T. Matiza and H.N. Chabwela
- 5. Wetlands of Kenya**
Proceedings of a Seminar on Wetlands of Kenya
S.A. Crafter, S.G. Njuguna and G.W. Howard
- 6. The IUCN Review of the Southern Okavango Integrated Water Development Project**
T. Scudder, R.E. Manley, R.W. Coley, R.K. Davis, J. Green, G.W. Howard, S.W. Lawry, D. Martz, P.P. Rogers, A.R.D. Taylor, S.D. Turner, G.F. White and E.P. Wright
- 7. Mangroves of Vietnam**
Phan Nguyen Hong and Hoang Thi San
- 8. Ecology and Management of Mangroves**
Sanit Aksornkoae

9. **Freshwater Wetlands in Bangladesh: Issues and Approaches for Management**
Ainun Nishat, Zakir Hussain, Monoj Roy, Ansarul Karim and Abdul Malek Choudhury
10. **Wetlands of Tanzania**
Proceedings of a Seminar on Wetlands of Tanzania
G.L. Kamukala and S.A. Crafter
11. **The Hadejia-Nguru Wetlands**
Environment, Economy and Sustainable Development of a Sahelian Floodplain Wetland
G.E. Hollis, W.M. Adams and M. Aminu-Kano
12. **A Preliminary Inventory of Coastal Wetlands of Côte d'Ivoire**
M. Nicole, M. Egnankou Wadja and M. Schmidt
13. **Gestion des Ressources Côtières et Littorales du Sénégal**
Actes de l'Atelier de Gorée du 27-29 Juillet 1992
A.T. Diaw, A. Bâ, P. Bouland, P.S. Diouf, L-A. Lake, M-A. Mbow, P. Ndiaye et M.D. Thiam
14. **Wetlands Ecology and Priorities for Conservation in Zimbabwe**
Proceedings of a Seminar on Wetlands of Zimbabwe
T. Matiza and S.A. Crafter
15. **Mangroves of the Sundarbans**
Volume One: India
A.B. Chaudhuri and A. Choudhury
16. **An Inventory of Brazilian Wetlands**
Antonio Carlos S. Diegues
With contributions from NUPAUB - Centre for Research on Human Population and Wetlands in Brazil
18. **Zones Humides du Burkina Faso**
Compte rendu d'un séminaire sur les zones humides du Burkina Faso
L.Sally, M. Kouda et N. Beaumont

Publié par l'UICN avec le concours de la Direction générale de la Coopération internationale du Ministère néerlandais des Affaires étrangères

Pour un exemplaire gratuit du catalogue complet, prière de s'adresser au:

Services des publications de l'UICN, 219c Huntingdon Road, Cambridge, CB3 0DJ, Royaume-Uni

ou à la

Division communication de l'UICN, rue Mauverney 28, 1196 Gland, Suisse



UICN

Union mondiale pour la nature