

République Algérienne démocratique et populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Université de Mohamed Kheider –BISKRA-



Réf :

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie
Mémoire de Magister en Biologie
Spécialité : Ecologie Animale

THEME

DIAGNOSTIC ECOLOGIQUE D'UNE ZONE HUMIDE ARTIFICIELLE : LE BARRAGE DE FOUM EL KHERZA (BISKRA, ALGERIE)

Présenté par : BACHA Bahia

Membres de jury :

Mr BELHAMRA Mohamed MAITRE DE CONFERENCES A PRESIDENT Université de Biskra
Mr SI BACHIR Abdlekrim MAITRE DE CONFERENCES A ENCADREUR Université de Batna
Mr OUKID Med Laid MAITRE DE CONFERENCES A EXAMINATEUR Université de Annaba
Mr BOUDJELIDA Hamid MAITRE DE CONFERENCES A EXAMINATEUR Université de Annaba

La date de Soutenance : 25/11/2010

REMERCIEMENT

Par la grâce de Dieu, ce travail a été achevé, de nombreuses personnes ont contribué à la réalisation de ce travail et je tiens à remercier :

Monsieur SI BACHIR A, mon promoteur, qui a accepté de diriger ce mémoire et m'a guidé tout au long de ce travail.

Monsieur BELHAMRA M maître de conférences, qui ma fait l'honneur d'accepter la présidence de jury de soutenance.

Ma gratitude va également aux honorables membres de jury qui ont bien voulu prendre le soin de juger ce travail : Mr OUAKID M. L maître de conférences et Mr BOUDJELIDA H. maître de conférences (Université de Annaba).

Tous mes enseignants pour leurs encouragements.

A Monsieur DERRAGI B. A, directeur de l'environnement de la wilaya de Biskra, grâce à qui tout a été possible. Sincères remerciements.

A Monsieur FELLAG M, maître assistant (Université de Djelfa), pour avoir toujours su nous orienter vers les bonnes personnes, pour sa gentillesse et qui nous a beaucoup soutenue et donné l'envie de bien faire.

A Monsieur HAMZAOUI Idris (Ex-directeur du barrage de Foum El Kherza), pour nous avoir fourni une grande partie de notre bibliographie et nous avoir fait découvrir le barrage. A tous le personnel du barrage surtout Mr ABSI S.

A Monsieur le conservateur des forêts et à tous le personnel du service - protection de la faune et de la flore - en particulier Mr TRAA M pour son aide dans l'identification des espèces aviaires et sa rapidité de réponse, ainsi que Mr BOUTHIBA, Melle Sabrine et Samira. Mes chaleureux remerciements.

A Monsieur BEN SALEH K – INPV – (Institut Nationale de la Protection des Végétaux) pour son aide et ces conseils pratiques.

A Monsieur CHAIBI R (Chargé de cours à l'Université de Laghouat) pour son aide dans l'identification du phytoplancton.

A Melle SALEM KOUR N - CRSTRA - (Centre de la recherche scientifique et technique des zones arides) pour son aide dans l'identification des espèces végétales.

A Monsieur BEN SALEH (Station météorologique - Biskra) pour son aide précieux et ses informations utiles.

A Monsieur HADJ M – ANRH – (Agence Nationale des Ressources Hydroliques).

A Monsieur BELWANES S – Direction de l'hydrolique -

Aux techniciens du laboratoire de pédologie du département d'agronomie (Univ - Biskra) surtout Fatima, pour leurs aides dans la réalisation des analyses pédologiques.

Aux techniciens du laboratoire de l'Algérienne des Eaux (ADE- unité de Biskra) et du laboratoire de la station d'épuration de l'entreprise Tissage-Finissage (TIFIB-S.P.A. BISKRA) surtout Mr DBEBECH, pour leurs aides dans la réalisation des analyses physicochimiques et bactériologiques de l'eau.

A mon père, mes frères, mes compagnons qui sont toujours là, prêtes pour sortir sur le terrain.

Particulièrement à mon oncle Ali et son épouse.

A l'ensemble de tous les étudiants de ma promotion.

Un grand merci à tous...

DÉDICACE

A Maman et Papa, l'amour et la confiance dont vous m'avez toujours entourée m'ont permis de réussir.

À mon promoteur, le Dr. Abdelkrim SI BACHIR, qui ma inculqué l'amour de l'écologie et du monde extérieur.

A mes frères pour tout.

A Boutheina, Linda, Faiza et Wahiba. Vous êtes devenus mes amies les plus chères. Merci pour votre amitié.

A Loudgeine, avec tout mon cœur.



Table des matières

SOMMAIRE

Introduction.....	1
Chapitre I : Recueil bibliographique sur les zones humides et les lacs des barrages en particulier.	
1. Notion de zone humide.....	3
2. Système de classification et typologie des zones humides.....	4
2.1. Principales classifications établies.....	4
2.2. Classification Ramsar.....	5
2.3. Classification des zones humides méditerranéennes (Corine biotope).....	7
3. Fonctions des zones humides.....	8
3.1. Recharge et protection des nappes phréatiques.....	8
3.2. Résurgence des nappes phréatiques.....	8
3.3. Contrôle des crues.....	9
3.4. Rétention et exportation des sédiments et des nutriments.....	9
3.5. Rétention des produits toxiques et épuration de l'eau.....	10
3.6. Stabilisation du littoral et protection contre les tempêtes.....	10
3.7. Atténuation des changements climatiques.....	10
3.8. Fonction des zones humides pour les oiseaux.....	10
4. Valeurs des zones humides.....	12
5. Critères d'identification des zones humides d'importance internationale (convention Ramsar).....	14
6. Caractéristiques générales et facteurs de menace des zones humides méditerranéennes.....	16
6.1. Présentation des principaux sites.....	16
6.2. Végétation.....	18
6.3. Faune.....	20
6.4. Facteurs de menace et de dégradation.....	21
7. Situation écologique des zones humides en Algérie.....	24
7.1. Localisation des principales zones humides algériennes.....	24
7.2. Les zones humides algériennes d'importance internationale (sites Ramsar).....	25
8. Généralités sur les lacs de barrages.....	27

8.1. Définition.....	27
8.2. Historique.....	27
8.3. Intérêt et conséquences environnementales.....	27
8.4. Les types de barrages.....	28
8.4.1. Barrage poids.....	28
8.4.2. Barrage voûte.....	29
8.4.3. Barrage contreforts.....	30
8.4.4. Barrage en remblais.....	30
8.4.5. Autres types de barrages.....	31
8.5. Principaux barrages d'Algérie.....	31

Chapitre II : Présentation générale de la wilaya de Biskra et du lac de barrage de Foum El Kherza.

1. Situation géographique.....	32
2. Orographie.....	32
3. Pédologie.....	33
4. Hydrologie.....	34
5. Hydrogéologie.....	34
6. Facteurs climatiques de la région de Biskra.....	35
6.1. Températures.....	35
6.2. Précipitations.....	36
6.3. Humidité relative de l'air.....	37
6.4. Vents.....	38
6.5. Synthèse climatique.....	39
6.5.1. Diagrammes ombrothermiques.....	39
6.5.2. Climagramme d'Emberger.....	39
7. Considérations floristique et faunistique.....	41
8. Population et occupation des terres.....	41
9. Les zones humides de la wilaya de Biskra.....	42
10. Présentation générales du lac de barrage de Foum El Kherza.....	43
10.1. Caractéristiques du lac de barrage de Foum El Kherza.....	43
10.2. Historique.....	45
10.3. Description géologique.....	46

10.4. Hydrologie.....	48
-----------------------	----

Chapitre III : Matériel et méthodes d'étude

1. Objectifs et chronologie de l'étude.....	50
2. Choix des stations et leurs caractéristiques générales.....	51
3. Caractérisation pédologique.....	53
3.1. Méthodes de prélèvement du sol.....	53
3.2. Méthodes d'analyses pédologiques.....	53
3.2.1. Les analyses physiques.....	53
3.2.2. Les analyses chimiques.....	54
4. Qualité de l'eau.....	55
4.1. Méthode d'analyse de la qualité physicochimique de l'eau.....	55
4.2. Méthode d'analyse de la qualité bactériologique de l'eau.....	57
4.2.1. Recherche et dénombrement des germes totaux.....	57
4.2.2. Recherche et dénombrement des organismes coliformes (<i>E. coli</i>).....	58
4.2.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.....	60
4.3. Méthode d'analyse de la qualité biologique de l'eau.....	61
4.3.1. Méthodes et techniques d'étude du phytoplancton.....	61
5. Inventaire floristique et confection d'herbier.....	61
6. Étude bioécologique de la faune.....	62
6.1. Invertébrés.....	62
6.1.1. Récolte et conservation des invertébrés (Méthodes qualitatives).....	62
6.1.2. Dispositif de piégeage des invertébrés (Échantillonnage quantitatif).....	62
6.2. Vertébrés.....	64
6.2.1. Poissons.....	64
6.2.2. Amphibiens et Reptiles.....	64
6.2.3. Oiseaux.....	64
6.2.4. Mammifères.....	65
7. Exploitation des résultats par des paramètres et indices écologiques.....	66
7.1. Application d'indices de structure et d'organisation.....	66
7.2. Application d'indices de diversité des peuplement.....	67

Chapitre IV : Résultats et discussions

1. Caractéristiques physico-chimiques du substrat.....	69
1.1. Résultats.....	69
1.2. Discussions.....	69
1.3. Conclusion.....	71
2. Qualité de l'eau.....	72
2.1. Qualité physicochimique de l'eau.....	72
2.1.1. Résultats.....	72
2.1.2. Discussions.....	72
2.1.3. Conclusion.....	76
2.2. Qualité biologique de l'eau.....	76
2.2.1. Qualité bactériologique de l'eau.....	76
2.2.1.1. Résultats.....	76
2.2.1.2. Discussions.....	77
2.2.1.3. Conclusion.....	77
2.2.2. Structure du peuplement de la flore microalgale.....	78
2.2.2.1. Inventaire taxonomique.....	78
2.2.2.2. Evolution des fréquences d'occurrence des différents genres et classes de phytopanctons recensés suivant les stations et les mois d'étude.....	81
2.2.2.3. Richesse spécifique.....	85
3. Caractérisation du peuplement végétal des abords du barrage.....	87
3.1. Résultats.....	87
3.2. Discussions.....	88
3.3. Conclusion.....	88
4. Approche bioécologique de la faune invertébrée.....	89
4.1. Inventaire systématique.....	89
4.1.1. Résultats.....	89
4.1.2. Discussions.....	91
4.1.3. Conclusion.....	93
4.2. Structure et organisation des peuplements d'invertébrées.....	93
4.2.1. Abondance et constance.....	93
4.2.1.1. Résultats.....	93

4.2.1.2. Discussions.....	96
4.2.1.3. Conclusion.....	98
4.2.2. Evolution spatio-temporelle.....	99
4.2.2.1. Résultats.....	99
4.2.2.2. Discussions.....	99
4.2.2.3. Conclusion.....	101
4.2.3. Similitude spatio-temporelle des peuplement étudiés.....	101
4.2.2.1. Résultats.....	102
4.2.2.2. Discussions.....	102
4.2.2.3. Conclusion.....	102
4.3. Diversité et équirépartition.....	103
4.3.1. Résultats.....	103
4.3.2. Discussions.....	103
4.3.3. Conclusion.....	105
5. Approche bioécologique de la faune vertébrée.....	105
5.1. Poissons.....	106
5.1.1. Résultats.....	106
5.1.2. Discussions.....	106
5.1.3. Conclusion.....	106
5.2. Amphibiens et reptiles.....	106
5.2.1. Résultats.....	106
5.2.2. Discussions.....	107
5.1.3. Conclusion.....	108
5.3. Oiseaux.....	108
5.3.1. Inventaire systématique.....	108
5.3.1.1. Résultats.....	108
5.3.1.2. Discussions.....	109
5.3.1.3. Conclusion.....	110
5.3.2. Statuts bioécologiques de l'avifaune.....	110
5.3.2.1. Résultats.....	110
5.3.2.2. Discussions.....	112
5.3.2.3. Conclusion.....	115

5.3.3. Dynamique des populations de l'avifaune aquatique et évolution temporelle.....	115
5.3.3.1. Résultats.....	115
5.3.3.2. Discussions.....	116
5.3.3.3. Conclusion.....	119
5.3.4. Répartition spatiale de l'avifaune aquatique.....	119
5.3.4.1. Résultats.....	119
5.3.4.2. Discussions.....	120
5.3.4.3. Conclusion.....	124
5.3.5. Diversité et équitabilité de l'avifaune aquatique.....	124
5.3.5.1. Résultats.....	124
5.3.5.2. Discussions.....	125
5.3.5.3. Conclusion.....	126
5.4. Mammifères.....	128
5.4.1. Résultats.....	128
5.4.2. Discussions.....	128
5.4.3. Conclusion.....	128
Conclusion générale.....	129
Références bibliographiques.....	130
Annexes	140

Titres des tableaux et des figures

Titres des tableaux et des figures

Liste des Tableaux

Tableau 1: Principaux paramètres utilisés pour la classification des zones humides (HECKER et TOMAS VIVES, 1995).....	4
Tableau 2 : Classification Ramsar des zones humides (HECKER et TOMAS VIVES, 1995; ANONYME, 1999).....	5
Tableau 3 : Classification Corine biotope des zones humides (HECKER et TOMA VIVES, 1995).....	7
Tableau 4 : Températures mensuelles maximales (M), minimales (m) et moyennes $(\bar{M}) = \frac{M + m}{2}$ de la période (1913:1938) et (1984:2008).....	36
Tableau 5 : Hauteurs moyennes mensuelles et annuelles des précipitations exprimées en mm.....	37
Tableau 6 : Moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air en (%).....	37
Tableau 7 : Moyennes de vitesses mensuelles du vent en m/s.....	38
Tableau 8 : Occupation générale des terres de la wilaya de Biskra.....	42
Tableau 9 : Caractéristiques générales des principales zones humides de la wilaya de Biskra.....	43
Tableau 10 : Principales caractéristiques du barrage de Foum El Kherza.....	45
Tableau 11 : Chronologie des sorties et type de prospection réalisées.....	50
Tableau 12 : Caractéristiques générales des trois stations terrestres choisies.....	53
Tableau 13 : Paramètres mesurés, méthode et appareil utilisé.....	55
Tableau 14 : Résultats d'analyses physicochimiques du sol du Barrage de Foum El Kherza.....	69
Tableau 15 : Classes de salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait aqueux.....	70
Tableau 16 : Désignation des types de sol selon le taux du calcaire total.....	71
Tableau 17 : Classes de matière organique et leurs désignations.....	71
Tableau 18 : Paramètres physicochimiques de l'eau du Barrage de Foum el Kherza.....	72
Tableau 19 : Relation entre la minéralisation de l'eau et la conductivité	

mesurée (REJSEK, 2002).....	73
Tableau 20 : Dénombrement des germes totaux, des coliformes totaux et fécaux (<i>E.coli</i>) et des streptocoques fécaux dans les eaux superficielles du Barrage de Foum El Kherza.....	77
Tableau 21 : Liste systématique globale des genres de phytoplanctons dans le Barrage de Foum El Kherza.....	78
Tableau 22 : Répartition en nombres et en pourcentages des différents taxons de phytoplanctons recensés.....	80
Tableau 23 : Evaluation de la fréquence d'occurrence (%) dans le temps et dans l'espace et échelle de constance des genres et des classes phytoplanctoniques recensées.....	82
Tableau 24 : Nombre et proportions des différents genres et classes de phytoplanctons recensés par stations (A) et par mois (B).....	84
Tableau 25 : Richesse spécifique totale et moyenne par station et par mois.....	86
Tableau 26 : Liste systématique des espèces végétales inventoriées aux abords du Barrage Foum El Kherza.....	87
Tableau 27 : Liste systématique globale des espèces d'invertébrés inventoriées dans le Barrage de Foum El Kherza.....	89
Tableau 28 : Comparaison du nombre d'espèces de la faune invertébrée du Barrage de Foum El Kherza avec celles de la mare de Madracen, du Chott de Tincilt, Chott Djendli et du barrage de Koudiet Medaour.....	93
Tableau 29 : Fréquence relatives des différents ordres d'invertébrés recensés...	94
Tableau 30 : Fréquence d'occurrence et échelle de constance des espèces d'invertébrés recensés.....	94
Tableau 31 : Nombre et proportions des différentes espèces d'invertébrés par ordres recensés.....	98
Tableau 32 : Indice de similitude de SORESEN des trois stations échantillonnées prises deux à deux.....	101
Tableau 33 : Indice de similitude de SORESEN pour les huit sorties d'étude prises deux à deux.....	102

Tableau 34 : Richesse totale (S), richesse moyenne (Sm), indice de diversité de SHANNON (H') et Equirépartition (E) des peuplements d'invertébrés suivant les trois stations d'étude.....	103
Tableau 35 : Richesse totale (S), Richesse moyenne (Sm), indice de diversité de SHANNON (H') et équirépartition (E) des peuplements d'invertébrés selon les mois.....	105
Tableau 36 : Liste systématique des poissons recensés dans le Barrage de Foum El Kherza.....	106
Tableau 37 : Liste systématique des Amphibiens et des Reptiles recensés dans le Barrage de Foum El Kherza.....	107
Tableau 38 : Dénomination et systématique des espèces aviaires recensés dans le Barrage de Foum El Kherza.....	109
Tableau 39 : Répartition du nombre et des proportions des espèces aviaires recensées en fonction des ordres, des familles et des genres.....	110
Tableau 40 : Statut écologique et statut de protection des espèces d'oiseaux recensées dans le barrage de Foum El Kherza.....	111
Tableau 41: Signification des abréviations utilisées dans le tableau 30.....	112
Tableau 42 : Nombres et pourcentages des espèces aviaires recensées selon différents statuts.....	112
Tableau 43 : Statut phénologique (SPh) des espèces d'oiseaux d'eau recensés dans le barrage de Foum El Kherza d'après nos observations effectuées de décembre 2008 à juin 2009.....	113
Tableau 44 : Espèces caractéristiques des quatre principaux groupes d'oiseaux d'eau recensés dans le Barrage de Foum El Kherza.....	115
Tableau 45 : Effectifs des principaux groupes d'oiseaux d'eau recensés entre 1998:2009 (A) et entre décembre 2008 et juin 2009 (B).....	116
Tableau 46 : Fréquences d'occurrence et échelle de constance recensées entre 1998 et 2009.....	119
Tableau 47 : Nombre d'espèces et pourcentage des différents groupes.....	120
Tableau 48 : Fréquences d'occurrence des espèces d'oiseaux d'eau notées au niveau du barrage de Foum El Kherza pendant la période d'étude..	121
Tableau 49 : Nombre d'espèces et pourcentages des différents groupes.....	122

Tableau 50 : Richesse spécifique totale (S), richesse moyenne (Sm), indice de diversité de SHANNON (H') et Equirépartition (E) des peuplements d'oiseaux d'eau recensés entre 1998 et 2009 (A) et au cours de la période décembre 2008 à Juin 2009 (B).....	125
Tableau 51: Liste systématique des mammifères inventoriés dans le barrage de Foum El Kherza.....	128

Liste des figures

Figure 1 : Les principales zones humides du bassin versant de la méditerranée (à l'exclusion du bassin versant du haut Nil (SKINNER et ZALEWESKI, 1995).....	17
Figure 2 : Schéma et photo d'un barrage en poids (Site web 2).....	29
Figure 3 : Schéma et photo d'un barrage voûte (Site web. 2).....	29
Figure 4 : Schéma et photo d'un barrage contreforts (Site web. 2).....	30
Figure 5 : Situation géographique de la wilaya de Biskra.	32
Figure 6 : Réseau hydrographique de la wilaya de Biskra (AMMARI et MEZIANI, 2008).....	34
Figure 7 : Humidité relative moyenne de la wilaya de Biskra pour les périodes (1913:1937) et (1984:2008).....	38
Figure 8 : Diagrammes ombrothermiques de la région de Biskra au cours de la période (1913:1939) (A) et de la période (1984:2008) (B).....	40
Figure 9 : Carte de localisation du Barrage de Foum El Kherza (ANONYME, 2006).....	44
Figure 10 : Cadre géologique du Barrage (ANONYME, 2006).....	47
Figure 11 : Bassin versant du Chott Melghir (06) et Sous bassin versant du Oued El Abiod (06:15:02) (ANONYME, 1968).....	49
Figure 12 : Situation des trois (03) stations terrestres choisies au lac de Barrage de Foum El Kherza (Site web. 3).....	52
Figure 13 : Disposition des pièges trappes et des pièges colorés destinés à capturer les invertébrés.....	63

Figure 14 : Norme d'interprétation du pH:eau du sol (MATHIEU et PIELTAIN, 2003).....	70
Figure 15 : Variation de la richesse générique totale (S) par station pendant les mois de sortie.....	86
Figure 16 : Pourcentage des espèces végétales recensées en fonction des différentes familles.....	88
Figure 17 : Importance des différents groupes d'invertébrés recensée.....	92
Figure 18 : Effectifs totaux des invertébrés inventorier par ordre, regroupés par mois des sorties.....	97
Figure 19 : Effectifs des invertébrés inventoriés par station, regroupés par mois des sorties.....	99
Figure 20 : Effectifs totaux des invertébrés recensés suivant les différentes stations.....	100
Figure 21 : Effectifs totaux des invertébrés recensés selon les mois des prélèvements.....	101
Figure 22 : Pourcentages des espèces de vertébrées recensés en fonction des différentes classes.....	105
Figure 23 : Photos représentent deux espèces d'amphibiens et de reptiles observée dans le barrage de Foum El Kherza.....	108
Figure 24 : Evolution des effectifs annuel (1998:2009) (A) et mensuels (Déc 2008:Jun 2009) (B) des oiseaux d'eau dans le Barrage de Foum El Kherza.....	118
Figure 25 : Photos représentent la zone Nord:Est du Barrage de Foum El Kherza fréquentée par les populations du Tadorne Casarca (A) et du Grand Cormoran (B).....	123
Figure 26 : Variation de la richesse spécifique totale (S), de l'indice de Shannon (H') et de l'équitabilité (E) du peuplement d'oiseaux d'eau au cours du temps (1998:2009) et (décembre 2008:juin 2009).....	127
Figure 27 : Photo de Goundi du Sahara observé au barrage de Foum El Kherza...	129

Introduction

INTRODUCTION

Les zones humides continentales se définissent comme étant une espèce de transition entre la terre et l'eau et couvrent environ 1% de la surface immergée de la planète (SAHAGIAN *et al.*, 1998). Ce sont des écosystèmes de grande valeur, tant pour l'être humain que pour la faune et la flore, qui y trouvent un milieu favorable pour leur développement.

Ces espaces naturels sont très importants en raison de la richesse biologique et des importantes fonctions naturelles qu'elles remplissent. Elles sont également considérées parmi les habitats les plus productifs par leur capacité considérable de fournir des protéines, donc elles présentent un intérêt économique important. En plus, les zones humides participent dans la limitation des ravages des inondations en régulant les eaux des crues. Elles constituent également un lieu de stockage de l'eau pendant les périodes de sécheresse, maintiennent les nappes phréatiques présentant ainsi un intérêt écologique certain.

L'Algérie, comporte plusieurs zones humides, notamment la région de Biskra qui englobe un ensemble des sites présentant une importante valeur tant à l'échelle locale, régionale, nationale et internationale. Ce sont, soit des sites naturels représentés généralement par les oueds, soient artificiels comme les barrages tel que le Barrage de Foum El Kherza, zone de notre étude, qui malgré la diversité et la richesse de ses ressources naturelles, n'a fait l'objet que de très peu des travaux relatifs à leurs connaissances et leurs mises en valeur.

Les zones humides artificielles tel le barrage de Foum El Kherza, demeurent toutefois sensibles et fragiles en raison de leur proximité des activités humaines en particulier agricoles. Ce Barrage objet de notre étude est situé dans l'étage bioclimatique saharien, il est également soumis à des fortes fluctuations journalières et saisonnières des facteurs écologiques.

Le présent travail s'insère dans le cadre de la connaissance écologique des zones humides artificielles en particulier les lacs de Barrage, de la mise en valeur de leurs richesses biologiques et de leurs potentialités tant bio-écologique que socio-économique.

Le choix de notre sujet se justifie, d'une part par l'intérêt et l'importance des zones humides en général et plus spécialement ceux des Barrages qui sont actuellement en plein développement en Algérie, notamment en ce qui concerne la richesse floristique et faunistique et d'autre part puisque ces milieux artificiels sont peu étudiés.

Dans le premier chapitre nous présentons quelques données bibliographiques sur les zones humides (classification et typologie, valeur, fonction,...). Le deuxième chapitre contient une présentation générale de la wilaya de Biskra et de la région d'étude. Le troisième chapitre contient les différentes méthodes d'étude que nous avons utilisé aussi bien sur terrain qu'au laboratoire. Pour l'exploitation de nos résultats nous avons utilisé quelques indices écologiques qui sont également définis dans ce chapitre.

Le quatrième chapitre renferme tous les résultats obtenus avec des discussions, des conclusions partielles et enfin une conclusion générale.

Chapitre I

*Recueil bibliographique sur les zones
humides et les lacs des barrages en
particulier*

Chapitre I : Recueil bibliographique sur les zones humides et les lacs de barrages en particulier.

1. Notion de zone humide

1.1. Concept général

Les zones humides, dans une perspective écologique, sont des unités fonctionnelles de paysage s'inscrivant dans un gradient environnemental, dont une extrémité est constituée par les milieux terrestres typiques et l'autre par les milieux aquatiques d'eau profonde (lacs et mers) et d'eau courante (rivières). En termes conceptuels, ce sont des zones de transitions écologiques ou écotones entre les écosystèmes terrestres et aquatiques, présents au bord des lacs, des rivières et des mers (HECKER et TOMAS VIVES, 1995).

De plus, il s'agit de paysages qui ne sont ni une rivière ni un lac ou un milieu marin mais qui constituent une anomalie hydrologique positive à la fois dans l'espace et dans le temps, comparativement à leur environnement plus sec (HECKER et THOMAS VIVES, 1995).

1.2. Convention Ramsar

La reconnaissance de l'importance des zones humides a donné lieu, en 1971, à une conférence dans la ville iranienne de Ramsar. C'est ici que l'un des premiers traités internationaux de protection de l'environnement a été signé : la convention sur les zones humides d'importance internationale. Actuellement 159 pays ont signé cette convention, contre 119 en 2000 et ils étaient 18 en 1971. La liste des zones humides d'importance internationale contient, début 2009, 1828 sites représentant une surface de plus de 1,6 million de Km² (Site web 1).

Les pays signataires ont pris l'engagement d'inscrire leurs zones humides d'importance internationale sur une liste dite « des sites Ramsar » et, plus généralement, de protéger et conserver les zones humides (SKINNER et ZALEWSKI, 1995).

Selon la convention Ramsar, les zones humides sont définies comme : « 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 ».

Le texte ajoute que les zones humides pourront inclure des zones de rives ou de côtes adjacentes à la zone humide et des îles ou des étendues d'eau marine d'une profondeur supérieure à six mètres à marée basse, entourées par la zone humide (COSTA *et al.*, 1996).

Cette même définition a été adaptée par l'Union internationale de la conservation de la nature (UICN) qui décrit les zones humides comme étant : « zones de marais, marécages, tourbières ou eau libre, qu'elles soient naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, que l'eau soit stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, incluant les eaux côtières jusqu'à une profondeur de six mètres à marée basse ».

2. Système de classification et typologie des zones humides

2.1. Principales classifications établies

Plusieurs travaux menés dans le cadre de différents projets se sont fixés comme objectif de classer les zones humides dans des catégories. En prenant en considération un certain nombre de paramètres, ces catégories sont elles mêmes subdivisées en sous catégories et en multitude de types (niveaux différents de subdivision). Ces classifications rapportées par ordre chronologique sont consignées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Principaux paramètres utilisés pour la classification des zones humides (HECKER et TOMAS VIVES, 1995)

Projet de classification	(1) Olney (1965)	(2) Luther et Rzoska (1971)	(3) Carp (1980)	(4) Scott (1980)	(5) Beaufort et Czajkowski (1986)	(6) Ramsar (1990)	(7) Corine biotopes (1991)
Paramètres							
Côtier/intérieur	+	+	+	+	+	+	+
Courant/stagnant	+	+	+	+++	+	++	++
Naturel/artificiel				++		+	+
Salinité	++	++	+	+++	++	+++	++
Permanence	++			++		+++	
Types de végétation					++	+++	+++
Nombre de types	14	23	25	20	49	35	28

+ : Premier niveau de subdivision, ++ : Second niveau, +++ : Niveau supérieur.

(1) : Projet Mar ; (2) : Projet Aqua ; (3) : Répertoire des zones humides du paléarctique occidental ; (4) : Inventaire préliminaire des zones humides d'importance internationale pour les oiseaux d'eau en Europe de l'ouest et en Afrique du Nord-Ouest ; (5) : zones humides d'Afrique septentrionale, centrale et occidentale ; (6) : Ramsar ; (7) : Projet Corine Biotopes.

2.2. Classification Ramsar

La classification Ramsar, ratifiée en 1990 par la conférence des parties contractantes tenue à Montreux (Suisse), couvre les types de zones humides du monde entier. Elle est basée sur la classification développée aux Etats-Unis (COWARDIN *et al.*, 1979).

Cette classification se divise en 3 classes principales et chaque classe est subdivisée en types. Le tableau 2 présente la classification détaillée adoptée par Ramsar.

Tableau 2 : Classification Ramsar des zones humides (HECKER et TOMAS VIVES, 1995; ANONYME, 1999).

Classe	Sous-classe	Type de zone humide
Zones marines et côtières	Marines	<ul style="list-style-type: none"> - (A) : Eaux marines permanentes peu profondes, dans la plupart des cas d'une profondeur inférieure à 6 mètres à marée basse ; y compris baies marines et détroits. - (B) : Lits marins aquatiques subtidaux ; y compris lits de varech, herbiers marins, prairies marines tropicales. - (C) : Récifs coralliens. - (D) : Rivages marins rocheux ; y compris îles rocheuses, falaises marines. - (E) : Rivage de sable fin, grossier ou de galets ; y compris bancs et langues de sables, îlots sableux, systèmes dunaires et dépressions intradunales humides.
	Estuariennes	<ul style="list-style-type: none"> - (F) : Eaux d'estuaires ; eaux permanentes des estuaires et systèmes deltaïques estuariens. - (G) : Vasières intertidales ; y compris vasières salées ou de sable. - (H) : Marais intertidaux ; y compris prés salés, schorres, marais salés levés, marais cotidaux saumâtres et d'eau douce. - (I) : Zones humides boisées intertidales ; y compris marécages à mangroves, marécages à palmiers Nipa et forêts marécageuses cotidales d'eau douce.
	Lacustres/Palustres	<ul style="list-style-type: none"> - (J) : Lagunes côtières saumâtres /salées ; y compris lagunes saumâtres à salées reliées à la mer par un chenal relativement étroit au moins. - (K) : Lagunes côtières d'eau douce ; y compris lagunes deltaïques d'eau douce.

Zones humides intérieures (Continental)	Ripariennes	<ul style="list-style-type: none"> - (L) : Deltas intérieurs permanents. - (M) : Rivières / cours d'eau / ruisseaux permanents ; y compris cascades. - (N) : Rivières / cours d'eau / ruisseaux saisonniers / intermittents / irréguliers.
	Lacustres	<ul style="list-style-type: none"> - (O) : Lacs d'eau douce permanents (plus de 8 hectares) ; y compris grands lacs de méandres. - (P) : Lacs d'eau douce saisonniers / intermittents (plus de 8 hectares) ; y compris lacs des plaines d'inondation. - (Q) : Lacs salés / saumâtres / alcalins permanents. - (R) : Lacs salés et étendus / saumâtres / alcalins saisonniers / intermittents.
	Palustres	<ul style="list-style-type: none"> - (Sp) : Mares / marais salins / saumâtres / alcalins permanents. - (Ss) : Mares / marais salins / saumâtres / alcalins saisonniers / intermittents. - (Tp) : Mares / marais d'eau douce permanents ; étangs (moins de 8 hectares), marais et marécages sur sols inorganiques ; avec végétation émergente détrempée durant la majeure partie de la saison de croissance au moins. - (Ts) : Mares / marais d'eau douce saisonniers / intermittents sur sols inorganiques ; y compris fondrières, marmites torrentielles, prairies inondées saisonnièrement, marais à laïches. - (U) : Tourbières non boisées ; y compris tourbières ouvertes ou couvertes de buissons, marécages, fagnes. - (Va) : Zones humides alpines ; y compris prairies alpines, eaux temporaires de la fonte des neiges. - (Vt) : Zones humide de toundra ; y compris mares de la toundra, eaux temporaires de la fonte des neiges. - (W) : Zones humides dominées par des buissons ; marécages à buissons, marécages d'eau douce dominés par des buissons, saulaies, aulnaies ; sur sols inorganiques. - (Xf) : Zones humides d'eau douce dominées par des arbres ; y compris forêts marécageuses d'eau douce, forêts saisonnièrement inondées, marais boisés ; sur sols inorganiques. - (Xp) : Tourbières boisées ; forêts marécageuses sur tourbière. - (Y) : Sources d'eau douce (oasis).
	Géothermiques	<ul style="list-style-type: none"> - (Zg) : Zones humides géothermiques.

Zones humides artificielles	Aquaculture	<ul style="list-style-type: none"> - (1) : Etangs d'aquaculture (par exemple : poissons, crevettes). - (2) : Etangs ; y compris étangs agricoles, étangs pour le bétail, petits réservoirs ; (généralement moins de 8 hectares). - (3) : Terres irriguées ; y compris canaux d'irrigation et rizières. - (4) : Terres agricoles saisonnièrement inondées.
	Exploitation de sel urbain / industriel	<ul style="list-style-type: none"> - (5) : Sites d'exploitation du sel ; marais salants, salines, etc. - (6) : Zones de stockage de l'eau ; réservoirs / barrages / retenues de barrage / retenues d'eau ; (généralement plus de 8 hectares). - (7) : Excavations ; gravières / ballastières / glaisières ; sablières, puits de mine. - (8) : Sites de traitements des eaux usées ; y compris champs d'épandages, étangs de sédimentation, bassins d'oxydation, etc. - (9) : Canaux et fossés de drainage, rigoles.

2.3. Classification des zones humides méditerranéennes (Corine Biotope)

La typologie décrit les « communautés identifiables formées par les interactions entre la flore, la faune et le milieu abiotique » (European Communities Commission) (ANONYME, 1991a). Ainsi, les catégories d'habitats sont divisées en 7 niveaux de précision et les zones humides sont incluses dans chacune des classes de premier niveau. Le second niveau décrit les habitats en termes généraux et selon leur composition floristique.

Le troisième niveau et ceux qui le suivent sont basés sur leurs caractéristiques phytosociologiques (HECKER et TOMAS VIVES, 1995).

La classification de Corine biotope prend en considération les deux niveaux 1 et 2 et est présentée dans le tableau 3.

Tableau 3 : Classification Corine biotope des zones humides (HECKER et TOMAS VIVES, 1995).

Habitat	Type de zone humide
Communautés côtières et halophytes	<ul style="list-style-type: none"> - Océans et mers, communautés marines - Criques et côtes - Estuaires et cours d'eau soumis à la marée - Vasières (y compris de sable) - Marais salés, steppes salées et garrigues gypsicoles - Dunes côtières et plages de sable - Plages de galets - Falaises côtières et côtes rocheuses - Ilots, hauts fonds rocheux, récifs, bancs
Eaux non-marines	<ul style="list-style-type: none"> - Lagunes côtières - Eaux douces stagnantes - Eaux stagnantes salées ou saumâtres - Eaux courantes

Buissons et herbages	- Landes et habitats buissonnants tempérés - Prairies humides et communautés de hautes herbes (mégaphorbiaies)
Forêts	- Ripisylves et fourrés alluviaux humides, tempérés
Tourbières et marais	- Tourbières hautes - Végétation de ceinture - Bas marais, tourbières de transition et sources
Rochers, éboulis et sables continentaux	- Falaises et rochers - Dunes continentales - Grottes - Communautés des sites volcaniques
Terres agricoles et paysages artificiels	- Herbages améliorés (amendés ou semés) - Cultures - Villes, villages, sites industriels - Mines et passages souterrains - Lagunes et réservoirs industriels, canaux

3. Fonctions des zones humides

Selon SKINNER et ZALEWSKI (1995) ; ANONYME (2001), les zones humides remplissent plusieurs fonctions dont les principales sont énumérées ci-dessous :

3.1. Recharge et protection des nappes phréatiques

Les zones humides peuvent jouer un rôle important de réapprovisionnement des nappes phréatiques. Cette recharge se produit quand l'eau s'infiltré à travers les couches supérieures perméables de sol ou de roche. La recharge joue également un rôle important dans la régulation du débit des fleuves (SKINNER et ZALEWSKI, 1995).

De nombreuses zones humides aident à recharger les aquifères souterrains qui stockent 97 % des eaux douces non gelées de la planète. Les eaux souterraines ont une importance vitale pour des milliards de personnes car elles sont leur seule source d'eau potable (ANONYME, 2001).

3.2. Résurgence des nappes phréatiques

La résurgence des nappes phréatiques se produit quand l'eau, stockée sous terre, réapparaît en surface dans une zone humide. Ce phénomène s'observe principalement sur les terrains de dépressions (SKINNER et ZALEWSKI, 1995).

Les zones humides alimentées par la résurgence de nappes phréatiques comprennent souvent des communautés biologiques stables. Ces zones humides jouent également un rôle important dans le soutien des étiages, pendant les secs mois d'été. Certaines remplissent un

rôle double pendant une partie de l'année, elles sont un lieu de résurgence, pendant une autre un lieu de recharge. Ceci est en fonction des hausses et des baisses du niveau local des nappes. Elles garantissent ainsi une juste régulation du cycle hydrologique (SKINNER et ZALEWSKI, 1995).

3.3. Contrôle des crues

Les zones humides jouent souvent un rôle crucial dans la maîtrise des crues. Elles retiennent les fortes pluies, empêchant des inondations possibles en aval. En stockant l'eau dans le sol ou en la retenant à la surface des lacs, des marais, etc; les zones humides remplacent avantageusement les structures artificielles, construites à grands frais (ANONYME, 2001).

La végétation des zones humides joue aussi un rôle en ralentissant le débit des eaux de crues vers l'aval (ANONYME, 2001).

3.4. Rétention et exportation des sédiments et des nutriments

Les zones humides atténuent la force de l'eau, favorisant le dépôt des sédiments en suspension. Souvent, des matières nutritives sont associées aux sédiments et peuvent se déposer en même temps. Celles-ci, en particulier l'azote et le phosphore provenant de l'agriculture, aussi de déchets humains et de décharges industrielles peuvent s'accumuler dans le sous-sol, être transformées par les processus chimiques et biologiques ou absorbées par la végétation de la zone humide qui est ensuite récoltée et physiquement retirée du système (ANONYME, 2001).

Les plantes absorbent les nutriments, mais cela ne suffit pas à assurer leur disparition de la zone humide (ANONYME, 2001).

Les sols humides, pauvres en oxygène, favorisent la dénitrification par l'intermédiaire de certaines bactéries. Ces mécanismes, dépendant de conditions alternées aérobies et anaérobies, peuvent éliminer 40 à 98 % de l'azote des zones humides (SKINNER et ZALEWSKI, 1995).

Le phosphore, dont l'accumulation est permanente et qui ne peut être recyclé, peut être dissipé par l'exportation des produits des zones humides (SKINNER et ZALEWSKI, 1995).

3.5. Rétention des produits toxiques et épuration de l'eau

Les plantes et les sols des zones humides jouent un rôle crucial en épurant l'eau. De grandes quantités de matières nutritives, telles que le phosphore et l'azote sont éliminées par les zones humides (ANONYME, 2001).

Beaucoup de plantes des zones humides ont la capacité d'éliminer les substances toxiques provenant des pesticides, des décharges industrielles et des activités minières. On a découvert que certaines plantes des milieux humides concentrent les métaux lourds dans leurs tissus cent mille fois plus que l'eau environnante et peuvent donc décontaminer certaines sortes d'effluents telle la Jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*), certaines espèces de Typha et de Phragmites ont été utilisées pour traiter les effluents des régions minières qui contiennent de fortes concentrations de métaux lourds (ANONYME, 2001).

3.6. Stabilisation de littoral et protection contre les tempêtes

Les marais salés, les mangroves et autres zones humides boisées sont des lignes de défense contre les tempêtes. Ils contribuent à en atténuer les effets en réduisant l'action du vent, des vagues et des courants tandis que les racines des plantes maintiennent les sédiments en place (ANONYME, 2001).

3.7. Atténuation des changements climatiques

Du point de vue des changements climatiques, les zones humides jouent au moins deux rôles : d'une part, elles peuvent stocker jusqu'à 40 % du carbone terrestre mondial. Les tourbières et les zones humides boisées sont également des puits de carbone particulièrement importants. D'autre part, les zones humides fourniront aussi les premières lignes de défense des littoraux et de l'arrière pays, à mesure que se feront sentir les effets des changements climatiques (fréquence accrue des tempêtes, structure des précipitations modifiée, élévation du niveau des mers et des températures de surface de la mer) (ANONYME, 2001).

3.8. Fonction des zones humides pour les oiseaux

De nombreuses espèces d'oiseaux utilisent les zones humides pendant une ou plusieurs phases de leur cycle biologique. Certaines d'entre elles, à vrai dire peu nombreuses, restent sédentaires et habitent tout au long de l'année dans le même marais ou le même étang. Beaucoup d'autres, au contraire se déplacent au fil des saisons d'une zone humide à une autre et certaines fréquentent même temporairement, les prairies, les cultures ou d'autres milieux

secs. Tous ces oiseaux trouvent dans les zones humides la nourriture, l'abri ou le site de reproduction (FUSTEC et al., 2000).

Les zones humides remplissent plusieurs fonctions tout au long de leur cycle de vie tels que:

➤ **Milieus de reproduction**

Les caractéristiques générales des grands types de zones humides en font des habitats de reproduction privilégiée pour certains groupes d'oiseaux. Les étangs et les marais doux d'origine naturelle ou artificielle, se distinguent par la très grande diversité de types d'espèces qu'ils accueillent : grèbes, guifettes, canards, hérons, fauvette aquatiques, râles,...etc (FUSTEC et al., 2000).

Les zones humides ne peuvent assurer de bonnes conditions de reproduction aux oiseaux d'eau qu'en leur offrant des sites de nids de qualité, de la nourriture et la sécurité. Deux facteurs restent d'une grande importance pour la plupart d'entre elle : la végétation et la taille de milieu (FUSTEC et al., 2000).

➤ **Zones de mue**

Les jeunes oiseaux et adultes, après la reproduction, renouvellent leur plumage avant de migrer. Durant cette période, les besoins énergétiques sont élevés car la mue s'accompagne d'une perte de poids, d'un manque d'isolation du corps et de besoins accrus pour la constitution de nouveau plumage. La tranquillité et la productivité du site deviennent donc deux facteurs de première importance surtout pour les oiseaux devenus momentanément incapables de voler (FUSTEC et al., 2000).

➤ **Milieus de haltes et de transit**

Les zones humides qui s'échelonnent des régions arctiques à l'Afrique sont des haltes potentielles pour les migrateurs en transit par l'Europe de l'ouest. Ceux-ci vont s'y reposer et reprendre des forces. Tranquillité et disponibilité alimentaire conditionnent la qualité de l'accueil (FUSTEC et al., 2000).

➤ **Lieux d'hivernage**

L'hivernage est pour les oiseaux d'eau une période de reconstitution des réserves énergétiques après les efforts investis dans la reproduction et souvent aussi dans la migration, les zones humides répondant à ces besoins. (FUSTEC et al., 2000).

➤ **Zones de refuge**

Certaines zones humides jouent le rôle de refuge climatique lors des grands froids, cette fonction s'exerce en deux temps. Le premier est le repli des oiseaux vers des milieux non gelés : les eaux libres des grands fleuves jouent un tel rôle lorsque les étangs et les marais sont

pris par la glace. Elles peuvent accueillir momentanément d'importantes populations d'anatidés, de grèbes, de laridés, de hérons, quand toutes les zones humides sont gelées (FUSTEC et *al.*, 2000).

4. Valeurs des zones humides

Les zones humides ont été pendant des siècles reléguées au rang de lieux malsains et stériles, insalubres et dangereux qu'il fallait drainer à la première occasion. Récemment le grand public a pris conscience, grâce aux organismes de protection de la nature, que cette crainte était sans fondement. Les zones humides ne se limitent pas à de magnifiques lieux d'agrément où des millions de personnes peuvent s'adonner aux joies de multiples loisirs, elles comptent aussi et surtout parmi les écosystèmes les plus productifs du monde. Elles accueillent également des populations de plantes et d'animaux, en particulier des oiseaux d'eau, contribuant largement au maintien de la diversité biologique. Elles produisent du bois et permettent le pâturage, tandis que d'autres entretiennent des pêcheries opulentes (SKINNER et ZALEWESKI, 1995). L'ensemble de ces valeurs est énuméré ci-dessous par catégories :

4.1. Produits des zones humides

Les zones humides fournissent une variété d'avantages à l'homme sous forme de produits qui peuvent être exploités : fruits, poissons, coquillages, gibiers, résines, bois de construction, bois de chauffage, roseaux pour les toits et la vannerie, fourrage pour les animaux, etc. L'exploitation a lieu à tous les niveaux (subsistance, industrie communautaire et échelle commerciale) et partout dans le monde (ANONYME, 2001).

Le poisson, constitue la principale source de protéines pour près d'un milliard de personnes et un élément important du régime alimentaire d'un nombre encore plus grand d'habitants de la planète. Le riz, plante de zones humides, est l'aliment de base de 3 milliards de personnes ; le sagoutier est la principale source d'hydrates de carbone dans certains pays d'Asie (ANONYME, 2001). En Afrique du Nord, une grande quantité du sel de table est extraite des sebkhas qui constituent des zones humides à grand potentiel productif. Aussi, les zones humides d'eau douce sont utilisées pour le pompage de l'eau dans le but d'irriguer les surfaces agricoles qui se développent de plus en plus au voisinage de ces sites. Dans certaines régions, des activités d'élevage se basent sur la végétation qui se développe aux abords des zones humides.

4.2. Réservoir de diversité biologique

La biodiversité des zones humides est un important réservoir génétique au potentiel économique considérable pour l'industrie pharmaceutique et la culture de plantes commerciales telles que le riz (ANONYME, 2001).

Les zones humides abritent une très riche collection de plantes et d'animaux. Seule une toute petite proportion de leurs vastes ressources génétiques a pu être étudiée et une part plus modeste encore se trouve dans la consommation humaine.

De nombreuses espèces rares et en danger vivent dans les zones humides ou en dépendent particulièrement. Tandis que d'autre n'y passent qu'une partie de leur cycle vital, ou les visitent à des fins particulières, afin de s'y reposer, frayer ou se nourrir (SKINNER et ZALEWSKI, 1995).

4.3. Valeur économique

L'économie de l'environnement, dans ses derniers et récents développements, cherche à affecter une valeur économique aux nombreux services et fonctions que rendent les zones humides, de façon à intégrer ces chiffres dans l'analyse coût / bénéfice des programmes de développement locaux. L'évaluation économique d'un écosystème est difficile à réaliser. C'est une discipline nouvelle qui n'en est qu'à ses débuts. Ce que cette évaluation devrait atteindre, c'est une quantification chiffrée des ressources, des bénéfices et des qualités du système (SKINNER et ZALEWSKI, 1995).

Les zones humides exercent un rôle économique, par les loisirs et la récolte des ressources. Les formations et usages ont l'un et l'autre une valeur économique. Pour rendre ces valeurs explicites, les économistes ont décomposé la valeur monétaire des zones humides en trois composantes principales, dont la plus facile à intégrer dans les systèmes économiques courants : c'est la valeur de l'utilisation direct qui englobe tous les bénéfices issus de la vente des produits des zones humides comme, par exemple, les poissons ou les roseaux ainsi que l'exploitation touristique (SKINNER et ZALEWSKI, 1995).

4.4. Loisirs et tourisme

Les zones humides, par leur beauté naturelle ainsi que par la diversité de la vie animale et végétale que l'on y trouve, sont des destinations touristiques idéales. Les sites les plus beaux sont protégés dans des parcs nationaux ou des biens du patrimoine mondial et peuvent

générer un revenu considérable du tourisme et des utilisations pour les loisirs. Dans certains pays, ce revenu est un poste non négligeable de l'économie nationale (ANONYME, 2001).

Aux activités récréatives telles que la pêche, la chasse et la navigation participent des millions de personnes qui dépensent des milliards de dollars (ANONYME, 2001).

De nombreux visiteurs de zones humides viennent y chercher la tranquillité, ou une source d'inspiration pour l'écriture, la peinture ou la photographie. Tous s'enthousiasment devant la beauté du paysage, les habitats naturels et la faune (SKINNER et ZALEWSKI, 1995).

4.5. Valeur culturelle, religieuse et archéologique

Dans une étude préliminaire récente des valeurs culturelles des sites Ramsar, on a souligné que la fonction culturelle des zones humides est largement répandue et mérite que l'on s'y attarde. Sur les 603 sites Ramsar examinés, plus de 30% possèdent en plus de leurs nombreuses autres valeurs, une importance archéologique, historique, culturelle, religieuse, mythologie ou artistique/créative, que se soit au niveau local ou national (ANONYME, 2001).

En Australie, de nombreuses zones humides ont une valeur sociale et culturelle importante pour les propriétaires aborigènes traditionnels. Au Tibet, certains lacs ont une importance religieuse profonde pour la population locale et des règlements stricts régissent leur exploitation. Le site Ramsar du Fjord de Stauns, au Danemark, est un site archéologique exceptionnel datant de l'âge du bronze. Au Portugal, malgré l'investissement de 150 millions de dollars américains, les autorités ont abandonné la construction du barrage de Cas en 1995, lorsque des gravures paléolithiques ont été mises au jour (ANONYME, 2001).

5. Critères d'identification des zones humides d'importance internationale (Convention Ramsar)

Adoptés à la 7^e Session (1999) et à la 9^e Session (2005) de la Conférence des Parties contractantes en remplacement des Critères adoptés à la 4^{ème} et à la 6^{ème} sessions de la COP (1990 et 1996) pour aider les Parties à appliquer l'Article 2.1 sur l'inscription de sites Ramsar (Site web.1).

Groupe A des Critères. Sites contenant des types de zones humides représentatifs, rares ou uniques.

- **Critères relatifs aux zones humides représentatives rares ou uniques**

Critère 1 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle contient un exemple représentatif, rare ou unique de type de zone humide naturelle ou quasi naturelle de la région biogéographique concernée.

Groupe B des Critères. Sites d'importance internationale pour la conservation de la diversité biologique.

- **Critères généraux tenant compte des espèces ou des communautés écologiques**

Critère 2 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite des espèces vulnérables, menacées d'extinction ou gravement menacées d'extinction ou des communautés écologiques menacées.

Critère 3 : Des populations d'espèces animales et/ou végétales importantes pour le maintien de la diversité biologique d'une région biogéographique particulière.

Critère 4 : Des espèces végétales et/ou animales à un stade critique de leur cycle de vie ou si elle sert de refuge dans des conditions difficiles.

- **Critères spécifiques tenant compte des oiseaux d'eau**

Critère 5 : Une zone humide devrait être considérée comme d'importance internationale : si elle abrite habituellement 20.000 oiseaux d'eau ou plus.

Critère 6 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite, habituellement, 1 % des individus d'une population d'une espèce ou sous-espèce d'oiseau d'eau.

- **Critères spécifiques tenant compte des poissons**

Critère 7 : Une zone humide devrait être considérée comme d'importance internationale : si l'on y trouve une proportion importante de sous-espèces, d'espèces ou de familles de poissons indigènes, d'individus à différents stades du cycle de vie, d'interactions interspécifiques et/ou de populations représentatives des avantages et/ou des valeurs des zones humides et qu'elle contribue ainsi à la diversité biologique mondiale.

Critère 8 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle sert de source d'alimentation importante pour les poissons, de frayère, de

zone d'alevinage et/ou de voie de migration dont dépendent des stocks de poissons se trouvant dans la zone humide ou ailleurs (site web.1).

- **Critères spécifiques tenant compte d'autres espèces**

Critère 9 : Une zone humide devrait être considérée comme étant d'importance internationale si elle abrite régulièrement 1 % des individus d'une population d'une espèce ou sous espèce animale dépendant des zones humides n'appartenant pas à l'avifaune.

6. Caractéristiques générales et facteurs de menaces des zones humides méditerranéennes

Le bassin méditerranéen était autrefois riche en zones humides, car les cours d'eau sortaient de leur lit et s'épandaient sur les plaines inondables, les zones côtières et les deltas. Au cours des 19^e et 20^e siècles, la plupart des zones humides continentales ont été drainées, soit pour l'agriculture soit pour lutter contre les moustiques, vecteurs de paludisme. Les zones humides qui demeurent sont maintenant sous la menace de grands projets d'approvisionnement en eau endiguant les fleuves, détournant l'eau ou vidant les nappes aquifères et privant ainsi les zones humides de leur alimentation en eau (PEARCE, 1996).

6.1. Présentation des principaux sites

Dans le bassin méditerranéen, la plupart des zones humides sont principalement côtières et situées à faible altitude. Un grand nombre de deltas de fleuves méditerranéens sont bien connus : la Camargue à l'embouchure du Rhone (France), le delta du Po (Italie), le delta de l'Ebre (Espagne) et, bien sur, le plus important, le delta du Nil (Egypte) (SKINNER et ZALEWESKI, 1995). En Algérie, c'est le complexe d'El Kala qui représente l'ensemble des zones humides les plus importantes (Fig.1).

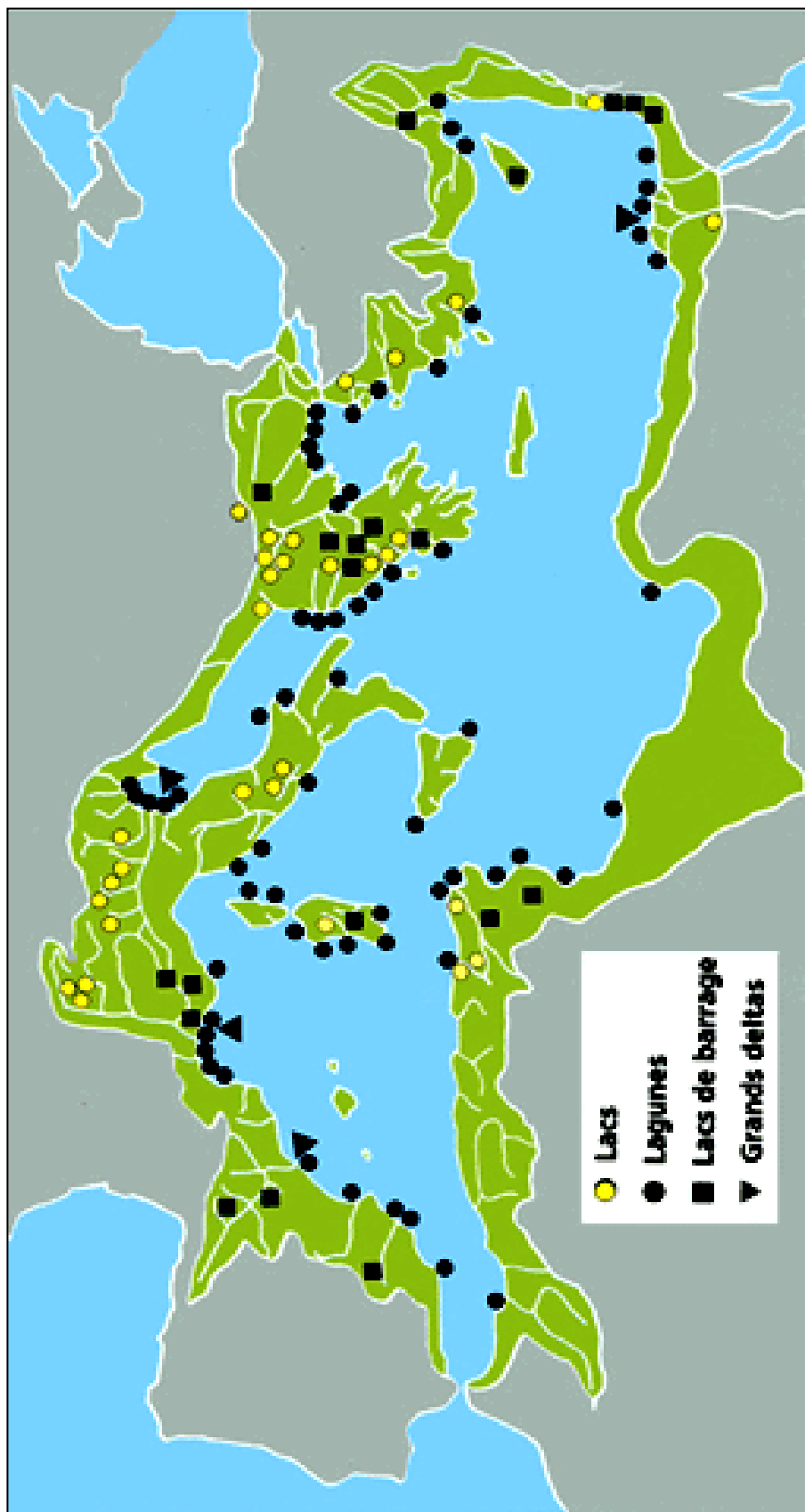


Fig. 1 : Les principales zones humides du Bassin versant de la Méditerranée (à l'exclusion du bassin versant du haut Nil)
(SKINNER et ZALEWESKI, 1995).

6.2. Végétation

Dans les zones humides méditerranéennes, on trouve de nombreuses espèces de plantes annuelles vivant pendant de courtes périodes lors des inondations saisonnières, et d'autres pour lesquelles la profondeur ou la salinité de l'eau revêt une importance critique. Beaucoup d'espèces sont également très adaptées aux conditions extrêmement calcaires typiques de nombreuses zones humides méditerranéennes (PEARCE et CRIVELLI, 1994). On décrit :

6.2.1. Plantes halophytes

Les étangs d'eau salée n'abritent généralement qu'un petit nombre d'espèces végétales, l'une d'entre elles étant prédominante. Lorsque la salinité varie beaucoup au cours de l'année, c'est la salinité pendant la période de croissance qui constitue l'élément déterminant. Sur les berges, dans des zones marécageuses saisonnièrement inondées on trouve des espèces halophytes annuelles qui germent à la saison sèche, lorsque l'eau redescend au-dessous de la surface du sol. On notera en particulier les salicornes (*Salicornia* et *Arthrocnemum*) et les graminées des marais salants (*Aeluropus*) qui résistent aussi bien aux inondations hivernales qu'à un pâturage intense. En s'éloignant encore de ces étangs, sur les terrains salés inondés chaque année pendant quelques semaines on trouvera des touffes de buissons nains.

D'autres communautés de plantes halophytes sont établies en bordure des marais, comme les joncs (*Juncus spp*) qui peuvent former une ceinture de quelques mètres de large seulement autour des étangs, à la limite supérieure des zones inondées en hiver, avant que les tamaris (*Tamarix spp*) ne cèdent la place aux prairies humides à mesure que l'on s'éloigne du rivage (PEARCE et CRIVELLI, 1994).

6.2.2. Grandes émergentes des marais d'eau douce

Dans les marais d'eau douce et en périphérie des lacs, la présence des espèces dominantes est fonction de la profondeur de l'eau, de l'importance du pâturage et du piétinement par les animaux. Parmi les grandes émergentes qui dominent nettement les marais d'eau douce, les roseaux (*Phragmites australis*), bien qu'elle soit sensible au pâturage et au piétinement, elle pousse partout où l'humidité se maintient presque toute l'année.

En cas de pâturage intensif, les roseaux peuvent céder la place à des graminées rampantes, comme les *Aeluropus*, ou à des scirpes maritimes (*Scirpus maritimus*) qui tolèrent mieux le sel que l'*Aeluropus*, et prospèrent dans des zones légèrement pâturées, souvent sur les berges de lacs profonds.

Dernier type de plantes émergentes des marais d'eau douce, les marisques (*Cladium spp*) préfèrent les zones qui restent humides en permanence. Elles poussent cependant rarement dans le bassin méditerranéen (PEARCE et CRIVELLI, 1994).

6.2.3. Prairies humides

Parmi les plantes caractéristiques des prairies humides figurent les joncs et les papyrus (*Cyrus papyrus*), les scirpes et les vulpins (*Alopecurus spp*). Les sols tourbeux acides d'Espagne et de Grèce sont fréquemment recouverts de molinie (*Molinia caerulea*). Dans le bassin méditerranéen la limite méridionale des prairies humides coïncide généralement avec celle des régions où les sols restent humides en été (PEARCE et CRIVELLI, 1994)

6.2.4. Forêts riveraines

La plupart des forêts riveraines ont disparu des plaines d'inondation européennes, bien que dans certains deltas quelques parcelles subsistent. Ainsi, le delta du Nestos, dans l'Est de la Grèce, abrite les soixante derniers hectares d'une forêt de feuillus inondées saisonnièrement qui couvrait autre fois une superficie ininterrompue de près de 2000 km. Le delta de l'Ebre abrite des peuplements de peupliers (*Populus spp*), d'aulnes (*Alnus spp*) et de saules blancs (*Salix alba*) (PEARCE et CRIVELLI, 1994).

6.2.5. Plantes d'eau douce submergées et flottantes

Ce sont les plus dynamiques mais les moins prévisibles de toutes les espèces végétales des zones humides. Beaucoup d'espèces de plantes submergées sont des types de potamots, comme le potamot pectiné (*Potamogeton pectinatus*) et le myriophylle (ex. *Myriophyllum spicatum*). Le potamot pectiné, par exemple, s'étend sur près d'un tiers de la superficie du lac d'Ichkeul en Tunisie et constitue la principale espèce consommée par les vastes populations de canards hivernaux sur le lac. Lorsque l'eau est plus salée, les potamots font place au ruppias et, dans les zones qui restent à sec pendant plus d'un mois, on trouve plutôt des communautés d'eau peu profonde comme les characées (*Chara spp*) qui tolèrent un assèchement estival (PEARCE et CRIVELLI, 1994).

6.2.6. Jonchaies

Les joncs font partie des communautés végétales les plus particulières du bassin méditerranéen, où on les trouve en plaques isolées sur des sols minéraux peu épais, inondés saisonnièrement avec de l'eau douce et régulièrement mis à nu à cause du pâturage et du piétinement. Leur importance tient au fait qu'un grand nombre de ces plantes très diverses; et

en particulier plusieurs espèces d'isoètes (*Isoetes spp*), ne se rencontrent que dans le bassin méditerranéen (PEARCE et CRIVELLI, 1994).

Il convient de citer les rizières que l'on trouve dans les deltas comme celui du Rhône en France, de l'Ebre en Espagne et de l'Axios en Grèce. Les rizières du delta de l'Ebre, par exemple, entretiennent un grand nombre de plantes aquatiques en automne, en particulier des potamots, des nénuphars, des utriculaires (*Utricularia spp*) et des characées, dont s'alimentent les canards au cours de la nuit (PEARCE et CRIVELLI, 1994).

6.3. Faune

C'est la faune qui attire le plus les amateurs de nature, dans les zones humides. En effet, les lacs et marais d'eau douce et salée du bassin méditerranéen constituent non seulement des sites de reproduction et d'hivernage pour des millions d'oiseaux mais ils jouent également le rôle d'étape pour un nombre encore plus important d'oiseaux qui s'y nourrissent et s'y reposent lors de leur migrations annuelles entre l'Afrique et le nord de l'Europe et de l'Asie. On trouve, par exemple, l'Aigrette garzette (*Egretta garzetta*), un oiseau nicheur typique de la Méditerranéen, la population des flamants roses (*Phoenicopterus ruber roseus*) dans la Méditerranée occidentale qui s'élève à 70.000 individus. Les zones humides grecques restent d'importants sites d'hivernage pour les canards et les oies, malgré la diminution de 30 à 90% des populations hivernantes, observées depuis les années 80 (PEARCE et CRIVELLI, 1994).

Les mammifères sont rares dans l'ensemble du bassin méditerranéen, en partie parce que leurs habitats font inévitablement l'objet de perturbations, en raison notamment des traditions génétiques. En hiver, de nombreux loups (*Canis lupus*) séjournent dans les zones humides du nord de la Grèce. Les zones humides les plus vastes constituent en particulier des habitats importants pour les animaux rares, qui ont besoin de grands espaces non perturbés. Au sud de l'Espagne, Donana est le dernier bastion du rare Lynx pardelle ibérique (*Lynx pardina*) qui se nourrit de lapins (*Oryctolagus cuniculus*) et de cerfs (*Cervus spp*), abondants dans cette zone. A Daimiel, au centre de l'Espagne, on trouve des Loutres (*Lutra lutra*), des Putois (*Mustela putorius*), des Hermines (*Mustela erminea*) et des Campagnols aquatiques (*Arvicola terrestris*). Dans les deltas de l'Axios, en Grèce, on trouve d'importantes colonies du rare spermophile (*Citellus citellus*). On trouve fréquemment des sangliers (*Sus scrofa*). Les zones humides nord-africaines abritent également des chacals (*Canis aureus*), des mangoustes (*Herpestes ichneumon winddringtonii*), des loutres et des troupeaux sauvages de buffles d'eau (*Bubalus bubalus*).

En revanche, les mammifères sont plus rares dans les zones humides de petite taille, mais les reptiles et les amphibiens, très menacés dans l'ensemble de l'Europe, y restent abondants. On trouve des couleuvres à collier (*Natrix natrix*) et des vipères (*Vipera becus*), des grenouilles rieuses (*Rana ridibunda*) et des tortues aquatiques (PEARCE et CRIVELLI, 1994).

6.4. Facteurs de menace et de dégradation

Autant que l'aspect scientifique, culturel et touristique, l'enjeu économique des zones humides est maintenant généralement reconnu. Pourtant, de nombreuses zones humides sont irrémédiablement perdues, d'avantage encore sont drainées pour satisfaire aux besoins de l'agriculture ou pour répondre à des programmes de développement. La présence de moustiques, vecteurs du paludisme en Méditerranée. Même les zones humides les plus isolées et jusqu'à présent épargnées sont aujourd'hui menacées (SKINNER et ZALEWSKI, 1995).

6.4.1 Drainage

Autrefois, on drainait généralement les terres pour les convertir à l'agriculture et en particulier pour cultiver des céréales telles que le blé sur ce qui n'était, jusque-là, que des pâturages saisonniers. En favorisant l'écoulement de l'eau, les drains abaissent et stabilisent le niveau de la nappe phréatique, augmentant ainsi la tranche de sol disponible pour la zone racinaire. Le drainage permet également d'éliminer les sels qui peuvent nuire aux cultures. Le seul autre objectif traditionnel du drainage était l'éradication des moustiques vecteurs du paludisme. Aujourd'hui cependant, l'Europe ayant une production agricole excédentaire, la conquête de nouvelles terres cultivables ne se justifie plus et c'est maintenant le développement urbain, industriel et touristique qui est à l'origine de nombreux projets de drainage. Les statistiques concernant la perte des zones humides au cours des cents dernières années sont impressionnantes, en particulier dans la partie européenne du bassin méditerranéen. Il est probable que 60 % de l'ensemble des zones humides de France ont disparu, un grand nombre de celles qui subsistent s'étant également asséchées durant la sécheresse du début des années 90 (PEARCE et CRIVELLI, 1994).

6.4.2. Pression démographique

L'attrait exercé par le bassin méditerranéen se traduit par une augmentation rapide de la population résidente, ainsi que du nombre de visiteurs, tendance qui devrait encore s'accroître au cours des décennies à venir. Plus de 130 millions de personnes vivent dans les villes de la côte et on recense déjà 50 villes côtières dont les populations dépassent 100.000 habitants.

Cette poussée démographique est à l'origine de la plupart des projets de développement qui menacent les zones humides de cette région. La Méditerranée est actuellement la destination de 30 % de l'ensemble des touristes voyageant dans le monde. Tous les ans, plus de 100 millions d'entre eux visitent la région et ses zones humides sont devenues une attraction majeure (PEARCE et CRIVELLI, 1994).

La démographie du nord de la région est actuellement relativement stabilisée. La population méditerranéenne de l'Europe est censée s'accroître de moins de 4 millions de personnes entre 1990 et 2025. Mais dans le sud et l'Est de la région, les territoires les plus secs, on prévoit une croissance démographique de plus de 75 % pendant la même période (PEARCE, 1996).

6.4.3. Eutrophisation

L'eutrophisation est la principale menace de pollution dans la plupart des zones humides du pourtour méditerranéen. Elle se manifeste chaque fois que des eaux, douces ou salées, reçoit un apport excessif d'eaux usées ou d'engrais agricoles. La putréfaction des eaux usées est grande consommatrice d'oxygène dissous. Les engrais quant à eux peuvent provoquer des proliférations d'algues qui gênent la circulation de l'eau et empêchent la lumière de pénétrer en profondeur. Ces algues peuvent également libérer des toxines et lorsqu'elles meurent et commencent à pourrir, elles consomment alors de grandes quantités d'oxygène dissous. Les conditions qui prévalent dans les lagunes, les étangs et les lacs méditerranéens, où la température élevée de l'eau accélère la croissance des algues et où la stratification empêche un réapprovisionnement en oxygène par des eaux "propres" pourrait difficilement être plus propices à l'eutrophisation (PEARCE et CRIVELLI, 1994).

6.4.4. Surpêche

La surpêche constitue un problème permanent dans les lagunes et lacs méditerranéens, la technologie en matière des captures progressent plus vite que les méthodes de gestion durable des ressources halieutiques. L'apparition des filets en nylon, légers et bon marché, a favorisé le développement de ce type de pêche. De même, l'utilisation d'une plus petite maille permet de capturer des poissons plus jeunes et grâce aux moteurs hors-bord il est possible d'accéder à tout secteur d'une lagune ou d'un lac (PEARCE et CRIVELLI, 1994).

6.4.5. Chasse

On peut tour à tour soutenir que la chasse constitue l'une des utilisations les plus inoffensives et les plus rationnelles des zones humides et des leur faune, ou que cette activité

constitue une cause importante de dégradation de ces écosystèmes. On recense en Europe quelque 9 millions de chasseurs dont la moitié dans le bassin méditerranéen, soit une concentration probablement très supérieure à celle de toute autre partie de la planète. Ces chasseurs tuent des millions d'oiseaux d'eau chaque année; sur la seule côte méditerranéenne française, entre 1 et 2 millions de canars sont tués durant la saison de chasse. Pourtant, sans les chasseurs, les habitats de nombreux oiseaux auraient disparu. Bon nombre des plus grandes zones humides de la Méditerranée n'existeraient plus si elles n'avaient pas fait l'objet d'une exploitation cynégétique. Or dans le bassin méditerranéen, la réglementation est moins bien appliquée qu'en Europe du Nord, il est constaté qu'en dépit des recommandations des scientifiques, la chasse continue à être pratiquée avant la fin de la période de reproduction et jusqu'au début de la migration prénuptiale (PEARCE et CRIVELLI, 1994).

6.4.6. Aquaculture

Recommandée à tort, l'introduction de nouvelles espèces de poissons peut être aussi préjudiciable aux zones humides que la surpêche. En 1983, le lac Oubeira, qui fait partie du complexe d'El Kala en Algérie, a été empoisonné avec des carpes herbivores exotiques. Depuis, celles-ci ont détruit la majorité des roselières du lac, ainsi que beaucoup d'autres végétaux, excluant ainsi des oiseaux nicheurs comme les hérons et les foulques et réduisant les populations hivernantes de canards colverts et siffleurs. Au cours des 20 dernières années, dans les lagunes et les eaux côtières, des projets d'aquaculture intensive financés par la banque mondiale et la communauté Européenne et visant notamment à la production de loups (*Dicentrarchus labrax*), de moules (*Mytilus galloprovincialis*), d'huître (*Ostrea edulis* et *Crassostrea gigas*) et des crevettes (*Penaeus japonicus*).

Mais les résultats ont parfois été désastreux, les eaux environnantes étant menacées par la pollution chimique et bactérienne. Les rejets des fermes aquacoles font augmenter la teneur des zones humides en nutriments et favorisant ainsi la croissance des algues et l'eutrophisation. Il est de plus en plus évident que l'aquaculture intensive, qui entre fréquemment en conflit avec la pêche traditionnelle dans les lagunes, ne devrait pas être pratiquée dans les zones humides (PEARCE et CRIVELLI, 1994).

6.4.7. Dérangements

En Europe, les zones humides sont de plus en plus menacées, non pas de destruction pure et simple, mais de dégradation due à des problèmes de gestion et à l'impossibilité de limiter l'accès à ce qui est généralement le domaine public. En 1990, le bureau de Ramsar a

effectué une analyse des menaces pesant sur les zones humides d'importance internationale; les dérangements (chasse, activités récréatives et nautiques comprises) figurent en première place et menacent 112 des 318 sites européens et méditerranéens de Ramsar. La pollution n'occupe que la deuxième place, avec 105 sites affectés, et les projets agricoles la troisième place, avec 64 sites affectés (PEARCE et CRIVELLI, 1994).

Si les touristes représentent une source de revenus importante et permettent le maintien d'activités économiques, comme le pâturage, ainsi que la protection de l'avifaune, ils perturbent également la tranquillité que recherche notamment les oiseaux. Le développement du tourisme implique aussi l'élargissement des routes qui entraîne des perturbations pour la faune et la mort d'animaux (PEARCE et CRIVELLI, 1994).

7. Situation écologique des zones humides en Algérie

7.1. Localisation des principales zones humides algériennes

La position géographique stratégique de l'Algérie, sa configuration physique et la diversité de son climat lui confèrent d'importantes zones humides :

7.1.1. La région d'El Kala

Située au nord-est du pays, possède un ensemble de zones humides côtières, principalement d'eau douce, d'une ampleur rare en Afrique, sa richesse biologique dépasse le cadre d'ornithologie. Les principaux sites humides sont les lacs Tonga, Oubeira et le lac des oiseaux, le complexe Guerbes-Sanhadja, le marais de Mekhada, la tourbière du lac Noir, les aulnaies de Ain Khia, le lac de Béni Bélaid, le lac de Fetzara sont classés sites Ramsar d'importance internationale. La région d'El Kala est considérée comme étant la plus importante du pays pour le nombre de canards et de foulques hivernants et probablement aussi pour la variété des nicheurs ainsi que sa richesse en flore (ANONYME, 2002a).

7.1.2. La région de l'Oranie

Située au nord-ouest, elle comprend des bassins salés et des marais côtiers saumâtres et d'eau douce. Dans cette région est situé le fameux marais de la Macta qui est extrêmement riche en anatidés hivernants. Ce marais peut être le plus riche du pays vu les effectifs des populations qu'il accueille. Il est d'ailleurs classé réserve naturelle et zone humide d'importance internationale avec la sebkha d'Oran, le chott Ech Chergui et la grotte karstique de Ghar Boumâaza, le marais de Mendgoub est aussi relativement important. (ANONYME, 2002a)

7.1.3. La région du centre

Dans cette région, les plans d'eau sont au nombre de 25, pour la plus part dans l'Atlas tellien, dont ils retiennent l'eau au profit de l'agriculture de l'alimentation des villes et de la production d'électricité ou bien pour arrêter les crues. Cette région comprend deux sites importants, le lac de Boughzoul pour sa diversité et l'importance de ses effectifs et le marais de Réghaia pour sa diversité et surtout sa proximité d'Alger et de son université. Ce site est d'ailleurs classé site Ramsar (NEDJAH, 1992).

7.1.4. La région du sud constantinois

Comprend une série de chotts, lacs endoréiques plus ou moins salés, généralement peu profonds et temporaires et de rares plans d'eau douce, comme le marais de Zana et le petit Ank Djemel. La majeure partie est représentée par des Sebkhates dont nous citons : Garaet El-Taref, Guellif, Ank Djemel et Chott Tincilt classées cette année sites Ramsar, ainsi que Sebkhate Djendli. Cette région est grossomodo intermédiaire par son écologie et son avifaune entre les Oranais et les chotts du Sud (NEDJAH, 1992).

7.1.5. Les Chotts sahariens

Sont encore plus salés et moins fréquemment sous eau que les précédents. Parmi les plus importants figurent : chott Malghir, chott El Hodna, gueltates de la vallée d'Herir, gueltates d'Issakarassene, chott Merouane et Oued Khrouf, oasis de Ouled Said, oasis de Tamentit et Sid Ahmed Timmi, oasis de Moghrar et Tiout, chott de Zehrez Chergui et Zehrez Gharbi, gueltates d'Afilal et Cirque de Ain Ouarka, tous classés site Ramsar d'importance internationale, au sud des Aurès, la série des chotts tunisiens d'El Fadja et El Djerid. L'avifaune de ces biotopes instables et très salés est pauvre. On la connaît mal au fait des difficultés d'accès (NEDJAH, 1992).

7.2. Les zones humides algériennes d'importance internationale (sites Ramsar)

L'Algérie est riche en zones humides, ces milieux qui font partie des ressources les plus précieuses sur le plan de la diversité biologique et de la productivité naturelle mais elle est restée pendant longtemps plutôt timide pour l'application de la convention de Ramsar dans son pays.

Dans les dix dernières années elle est non seulement sortie de cette timidité mais s'est développée en pionnier et leader des activités de conservation des zones humides dans la région Afro-méditerranéenne. Elle a initié la classification de réseaux d'eaux souterrains qui n'apparaissent en surface que dans les oasis. Un immense réservoir d'eau douce resté jusqu'à

présent sans protection et sans reconnaissance internationale accède ainsi à un statut international et à une protection absolument vitale pour les pays arides (ANONYME, 2002).

Le recensement préliminaire effectué au milieu des années 1990 a dénombré 254 zones humides naturelles, parmi elles, soixante peuvent être classées sur la Liste Ramsar des zones humides d'importance internationale. Aujourd'hui, avec les nouvelles connaissances, le nombre de zones humides dépasse le millier si l'on inclut oueds, grottes, oasis, daya, et zones côtières, non comprises dans le premier inventaire.

L'Algérie a ratifié la convention Ramsar selon le décret exécutif n° 82-439 du 11 décembre 1982 à l'occasion de son adhésion à la convention, elle avait classé ses deux premières zones humides en 1983, la réserve intégrale du la Tonga et Obéira. En 1999, elle en a inscrit un troisième site, le lac des oiseaux toujours dans le complexe des zones humides d'El Kala dans la wilaya d'El Tarf. En février 2001, l'Algérie a pris le pari d'inscrire, en l'espace d'une année, à l'occasion de la célébration de la journée mondial des zones humides dix (10) zones humides réparti sur 14 wilayas, passant ainsi à 13 sites inscrit en 2002 lors de la 8^e conférence des parties contractants, à Valence en Espagne et réparti sur 10 wilayas.

Actuellement, l'Algérie compte quarante sept (47) zones humides d'importance internationale avec une superficie de 2. 981. 160 hectares, y compris les cinq nouveaux sites dont le classement s'est effectué en décembre 2009, soit 50% de la superficie totale estimée des zones humides en Algérie (Site web. 1) (Annexe 1).

L'Algérie, est le troisième pays en Afrique, après le Botswana et son fameux Delta de l'Okavango qui fait 5,5 millions d'hectares et la Tanzanie avec 4,8 millions d'hectares et 4 sites Ramsar, et le huitième dans le monde après le Canada (13 millions d'ha -37 site), la Russie (10,3 millions d'ha-35 site), l'Australie (7,5 millions d'ha -65 site), le Pérou (6,7 millions -13 site), le Brésil (6,47 millions -10 site) et les deux pays africains précédents, le Botswana et la Tanzanie.

Tandis que les pays ayant le plus grand nombre de sites sont le Royaume-Unis avec 168 sites Ramsar, l'Algérie est le dixième pays avec 47 sites et prend la première classe en Afrique en nombre de sites classés. (Site web 1).

8. Généralités sur les lacs de barrages

8.1. Définition

Les lacs de barrages constituent un type de zones humides de plus en plus important. Alors que l'on détourne toujours d'avantage d'eau des rivières et des fleuves pour des projets d'irrigation ou pour approvisionner les industries et les villes, les réservoirs construits en montagne remplacent dans une certaine mesure les zones humides des plaines en aval. Certains réservoirs jouent un rôle important pour la faune et la flore et remplacent de manière efficace les lacs naturels qui ont disparu (PEARCE et CRIVELLI, 1994).

La plupart des réservoirs sont construits dans des zones très pentues, afin de stocker le maximum d'eau tout en réduisant au minimum le terrain nécessaire et la surface d'évaporation. En outre, beaucoup d'entre eux sont utilisés essentiellement pour la production d'électricité (PEARCE et CRIVELLI, 1994).

8.2. Historique

La construction de barrages est une activité très ancienne : les premiers ouvrages connus remontent à 5. 000 ans et se situent au Proche-Orient. Elle n'a cessé de se développer depuis. Au XX^e siècle, quantités de barrages de plus en plus gigantesques ont été érigés le long des rivières. Le dernier exemple en date concerne la construction du plus grand barrage du monde décidé par la Chine : édifié sur le fleuve Yangtze, son lac de retenue fera 600 kilomètres de long et contiendra 40 milliards de mètres cubes d'eau

On recense à l'heure actuelle sur notre planète près de 36. 000 barrages de plus de 15 mètres de haut et l'on continue de construire quelque 500 barrages par an. Selon une étude suédoise, en 1994, 77 % des volumes d'eau charriés par les 139 grands bassins fluviaux de l'hémisphère Nord transitaient par des barrages, canaux ou dérivations (Site web 2).

8.3. Intérêt et conséquences environnementales

Diverses raisons ont de tout temps motivé la construction des barrages : irrigation et lutte contre la sécheresse, alimentation en eau des populations, régulation des crues et plus récemment production d'énergie électrique, élevage aquacoles et création d'aires de loisirs.

Aujourd'hui, sur l'ensemble du globe, environ 40 % des barrages servent à l'irrigation et 40 % à la production d'électricité. Un homme sur dix à travers le monde doit sa survie à leur existence. Un barrage est un ouvrage d'art construit en travers d'un cours d'eau et à en retenir l'eau. Quand le barrage est submersible, on parle plutôt de chaussée ou de digue (ce dernier

terme est également préféré à celui de barrage lorsqu'il s'agit de canaliser un flot et non de créer une étendue d'eau stagnante) (Site web 2).

Un barrage fluvial permet par exemple la régulation du débit d'une rivière ou d'un fleuve (favorisant ainsi le trafic fluvial), l'irrigation des cultures, une prévention relative des catastrophes naturelles (crues, inondations), par la création de lacs artificiels ou de réservoirs. Un barrage autorise aussi, sous certaines conditions, la production mécanique (moulin à eau) et d'électricité (on parle alors de barrage hydroélectrique), à un coût économique acceptable, le coût environnemental étant plus discuté (BELLIER, 1982).

Toutefois, plus un projet est ambitieux, plus ses conséquences sont lourdes : en noyant des vallées entières, la construction d'un barrage peut provoquer à la fois des bouleversements humains en forçant des populations entières à se déplacer et avoir un impact écologique non négligeable en changeant fondamentalement l'écosystème local (Site web 2).

Un barrage peut empêcher la migration d'espèces aquatiques entre l'amont et l'aval : obligatoire dans certains pays depuis quelques années sur les ouvrages neufs, les échelles à poissons ne sont pas toujours présentes, en particulier pour les ouvrages anciens. De plus, certaines échelles à poissons mal construites peuvent se révéler peu efficaces.

L'écosystème d'une zone importante est affecté lors de la mise en place d'un barrage en raison de l'inondation de la zone en amont, de la modification du régime d'écoulement des eaux de la zone en aval et de la modification de la qualité des eaux provoquée par la retenue. Un écosystème naturel et équilibré se reconstitue dans ces zones plus ou moins rapidement. Néanmoins, s'il est vrai qu'un écosystème se recrée, il n'est jamais identique à celui d'origine : la disparition des courants en amont, et la très forte diminution du débit en aval, provoque généralement la disparition de certaines espèces autochtones. Au contraire, un lac de barrage peut avoir également des effets positifs : accueil d'oiseaux migrateurs, ou encore, dans certains cas, amélioration des conditions d'écoulement en étiage (Site web 2).

8.2. Les types de barrages

8.2.1. Barrage poids

Un barrage poids est un barrage dont la propre masse suffit à résister à la pression exercée par l'eau. Ce sont des barrages de formes généralement simples, dont la section s'apparente bien souvent à un triangle rectangle. Ils sont généralement assez épais

Le barrage-poids en béton est choisi lorsque le rocher du site (vallée, rives) est suffisamment résistant pour supporter un tel ouvrage (sinon, on recourt aux barrages en remblais) et lorsque les conditions pour construire un barrage voûte ne sont pas réunies.

Le choix de la technique est donc d'abord géologique : il faut une assez bonne fondation rocheuse. Mais il faut également disposer des matériaux de construction (granulats, ciment) à proximité. Il utilise son propre poids pour résister à la force de l'eau retenue. De section triangulaire avec une base large très implantée dans le sol, il sollicite moins la résistance des berges. Dans certains terrains, c'est un avantage. Par contre, il utilise beaucoup de béton (DELLIOU, 2003) (Fig. 2).

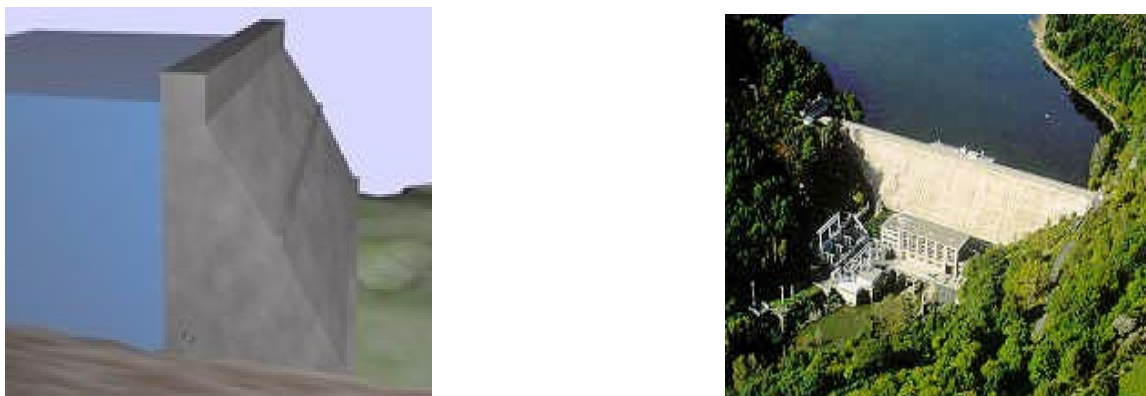


Figure 2 : Schéma et photo d'un barrage en poids (Site web 2).

8.2.2. Barrage voûte

La technique de barrage-voûte nécessite une vallée plutôt étroite et un bon rocher de fondation. Même lorsque ces conditions sont réunies, le barrage-voûte est aujourd'hui souvent concurrencé par les barrages-poids en béton ou le barrage en enrochements, dont la mise en œuvre peut être davantage mécanisée. Par le peu de matière utilisée, c'est évidemment une technique très satisfaisante économiquement (DELLIOU, 2003) (Fig. 3).



Figure 3 : Schéma et photo d'un barrage voûte (Site web. 2).

8.2.3. Barrage contreforts

Lorsque les appuis sont très distants, ou lorsque le matériau local est tellement compact qu'une extraction s'avère presque impossible, la technique du barrage à contre fois permet de réaliser un barrage à grande économie de matériaux. Le mur plat ou multi voûtes en béton s'appuie sur des contreforts en béton armé encastrés dans la fondation, qui reportent la poussée de l'eau sur les fondations inférieures et sur les rives (DELLIOU, 2003) (Fig.4).

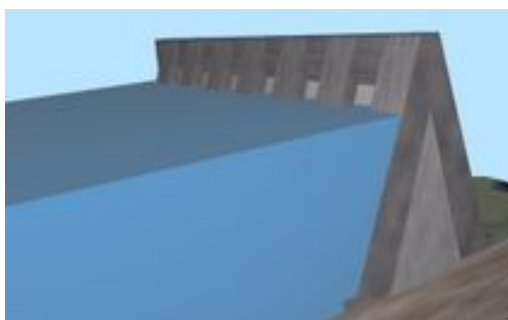


Figure 4 : Schéma et photo d'un barrage contreforts (Site web. 2).

8.2.4. Barrage en remblais

On appelle barrages en remblais tous les barrages constitués d'un matériau meuble, qu'il soit très fin (argile) ou très grossier (enrochements). Cette famille regroupe plusieurs catégories, très différentes. Les différences proviennent des types de matériaux utilisés, et de la méthode employée pour assurer l'étanchéité.

Le barrage homogène est un barrage en remblai construit avec un matériau suffisamment étanche (argile, limon). C'est la technique la plus ancienne de barrages en remblai.

Le barrage à noyau argileux comporte un noyau central en argile (qui assure l'étanchéité), épaulé par des recharges constituées de matériaux plus perméables. Cette technique possède au moins deux avantages sur les barrages homogènes : (1) les matériaux de recharge sont plus résistants que les matériaux argileux, on peut donc construire des talus plus raides et (2) on contrôle mieux les écoulements qui percolent dans le corps du barrage.

Quelques cousins des barrages à noyau : les barrages en remblais à paroi centrale étanche (paroi moulée en béton, paroi en béton bitumineux). Plus récente, la famille des barrages à masque amont. L'étanchéité est assurée par un "masque", construit sur le parement amont du barrage. Ce masque peut être en béton armé (il se construit actuellement de nombreux et très

grands barrages en enrochements à masque en béton armé), en béton bitumineux, ou constitué d'une membrane mince (les plus fréquentes : membranes PVC, membrane bitumineuse) (DELLIOU, 2003).

8.2.5 Autres types de barrages

Il existe d'autres catégories de barrages, de taille généralement plus réduite (mais pas toujours).

Les barrages de stériles miniers sont des barrages construits avec des résidus d'exploitation minière, pour créer une zone de stockage de ces stériles. Les barrages sont montés au fur et à mesure de l'exploitation de la mine. Ils s'apparentent aux barrages en remblais (Site web 2).

Les barrages mobiles sont des ouvrages implantés sur des cours d'eau et chargés d'en réguler le niveau, pour les rendre navigables, ou pour alimenter des prises d'eau ou des ouvrages de dérivation. Ces barrages ne stockent généralement pas d'eau. Ils sont équipés d'une bouchure mobile, qui est ouverte ou fermée en fonction des niveaux ou débits dans le cours d'eau. La bouchure classique est la vanne métallique (clapet, secteur, ...) (Site web 2).

Les barrages de montagne sont des ouvrages destinés à lutter contre les effets de l'érosion torrentielle. Ce sont des ouvrages construits en travers des torrents. Ils peuvent interrompre (partiellement ou complètement) le transport solide ; ils peuvent également fixer le profil en long d'un thalweg en diminuant l'agressivité des écoulements (Site web 2).

8.3 Principaux barrages d'Algérie

L'Algérie a réalisé une avancée considérable en matière d'accès à l'eau afin d'assurer la couverture des besoins en eau domestique, industrielle et agricole, le nombre de barrages en Algérie atteint 59 avec une capacité de 2, 989 milliards de m³ ce qui représente un taux de remplissage de 51,44 % et devrait passer à 72 dont la capacité de mobilisation est estimée à 7,4 milliards de m³ à l'horizon 2010 selon le ministère des ressources en eau (Annexe 2) (Site web 2).

Chapitre II

***Présentation générale de la wilaya de
Biskra et du lac de barrage de Foum El
Kherza***

Chapitre II : Présentation générale de la wilaya de Biskra et du barrage de Foum El Kherza.

1. Situation géographique

La wilaya de Biskra est située à l'Est du pays et plus exactement au Sud des Aurès qui constituent sa limite naturelle au Nord. Elle s'étend au Sud-Est jusqu'à la zone du Chott Melghir et au Sud-Ouest jusqu'au commencement du grand erg oriental.

D'une superficie de 21.671,2 Km², la wilaya de Biskra est limitée par :
La wilaya de Batna au Nord, la wilaya de M'sila au Nord –West, la wilaya de Djelfa au Sud-Ouest et la wilaya de Khenchela au Nord et à l'Est (Fig. 5) (ANONYME, 2002b).

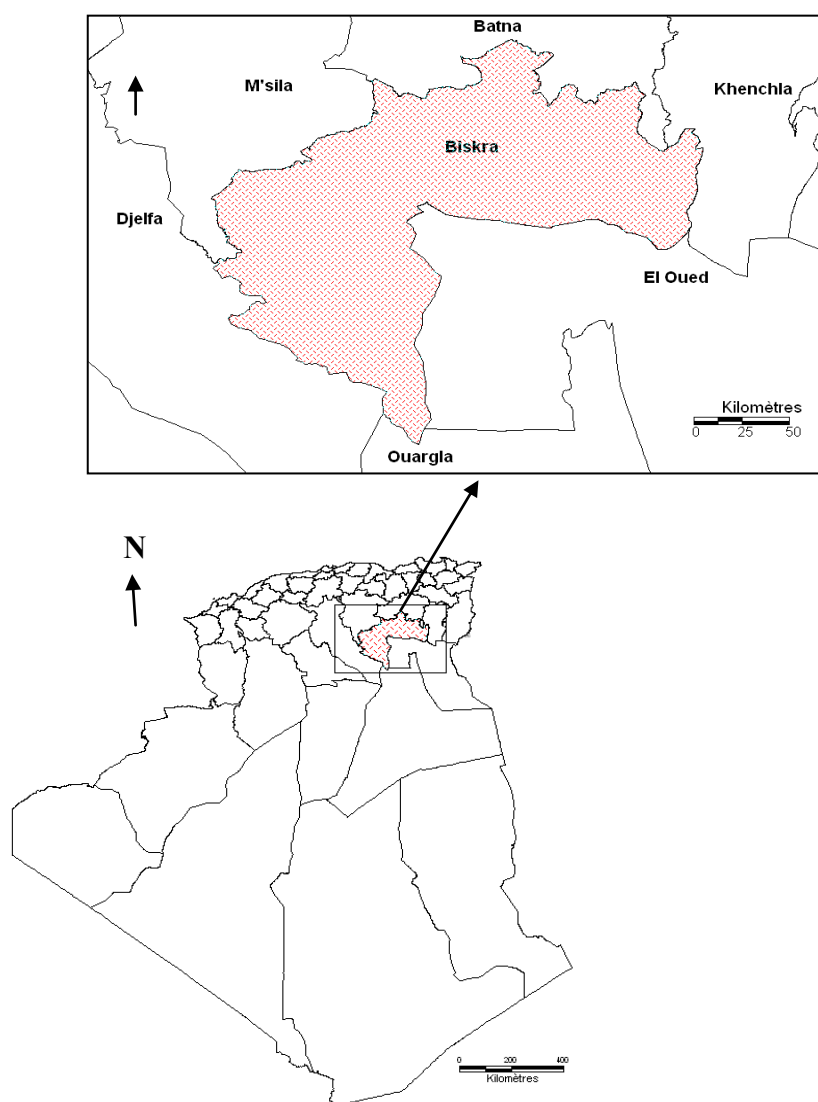


Figure. 5 : Situation géographique de la wilaya de Biskra.

Actuellement, la wilaya de Biskra se compose de trente trois (33) communes et de douze (12) daïras (ANONYME, 2002b).

2. Orographie

Le territoire de la wilaya de Biskra peut être divisé en 04 grandes entités géographiques, à savoir :

- **Une zone montagneuse** qui borde la limite septentrionale de la wilaya, le Djebel Taktiout point culminant de la wilaya qui s'élève à 1.942 m d'altitude.
- **Une zone de plateaux** localisée à l'Ouest de la wilaya, cette zone s'étend du Nord au Sud et constitue en partie le territoire de la daïra d'Ouled Djellal et celle de Tolga.
- **Une zone de plaines** qui occupe la zone centrale de la wilaya, il s'agit en fait de trois (03) grandes plaines d'El Outaya, de Sidi Okba et de celle de Doucen.
- **Une zone de dépression** située au Sud-Est de la wilaya, il s'agit de zone de chotts à altimétrie négative (atteignant par endroits -40 m). Cette zone constitue le point de convergence et d'exécutoire naturel de la majorité des grands oueds qui drainent la wilaya (ANONYME, 2002b).

3. Pédologie

L'étude morpho analytique des sols de la région de Biskra montre l'existence de plusieurs types de sols dont les traits pédologiques sont: la salinisation, les apports évolués, les remontées capillaires et les apports alluvionnaires et colluvionnaires

A ce propos, KHACHAI (2001) in AMMARI et MEZIANI (2008), a défini plusieurs groupes de sols réparties comme suit:

- les régions Sud, sont surtout caractérisés par les accumulations salées, gypseuses et calcaires;
- les régions Est, sont définies par les sols alluvionnaires et les sols argileux fertiles;
- Les zones de Nord (ou zone de montagne) sont le siège de la formation des sols peu-évolués et peu fertiles.

Enfin, la plaine située au nord-ouest de Biskra, où les sols argileux-sodiques irriguées par les eaux fortement minéralisées constitue le caractère de la pédogenèse de cette région (AMMARI et MEZIANI, 2008).

4. Hydrologie

Le territoire de la wilaya de Biskra est drainé par un réseau hydrographique assez dense. La majorité des oueds qui drainent ce territoire sont endoréiques et sont de type intermittent en grande partie.

Parmi les plus importants oueds qui coulent dans la wilaya, il y a :

- Oued Djeddi, qui prend source du côté de Laghouat et se jette dans le chott Melghir.
- Oued Biskra, qui prend source au versant Sud-Ouest des Aurès, traverse la wilaya du Nord au Sud pour se déverser dans le chott Melghir lui aussi.
- Oued El Arab prend sa source des monts qui constituent la partie orientale des Aurès et se jette lui aussi dans la zone dépressionnaire du chott Melghir (Fig. 6) (ANONYME, 2003).

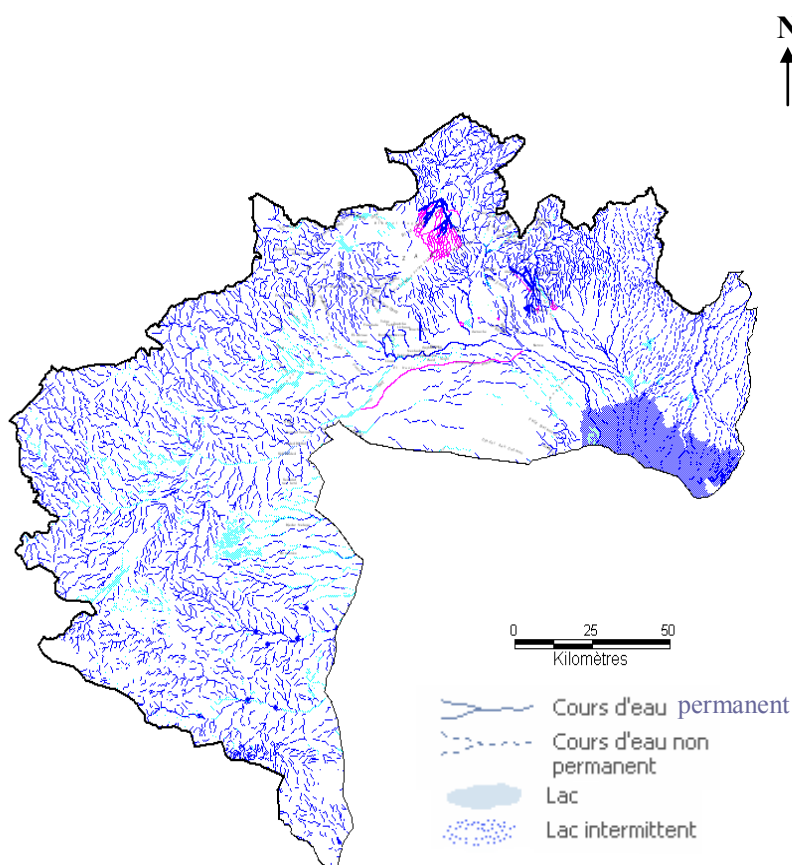


Figure 6. : Réseau hydrographique de la wilaya de Biskra (AMMARI et MEZIANI, 2008).

5. Hydrogéologie

La wilaya de Biskra se distingue par des ressources en eaux souterraines, relativement importantes par rapport aux régions du Nord, de même que celles du Sud du pays.

En effet, par sa position géographique, elle fait la transition entre le Tell et l'Atlas saharien. La région de Biskra présente plusieurs aquifères, du renouvelable au fossile. La profondeur de

ces formations varie de deux à trois dizaines de mètres pour la nappe phréatique et à quelques centaines de mètres pour la nappe du Sénonien (Sud de Tolga) et du Potien (Zribet El Oued) (ANONYME, 2003).

Les quatre principaux aquifères inventoriés dans la wilaya sont les suivants :

- La nappe phréatique : localisée généralement dans les accumulations alluvionnaires.
- La nappe des sables : localisée au Sud-Ouest de la wilaya, emmagasinée dans des roches mio-pliocènes, son toit est constitué d'une croûte calcairéo-gypseuse et des dépôts alluvionnaires.
- La nappe des calcaires : aquifère piégé dans des calcaires, elle est soit captive soit artésienne. Avec la surexploitation, elle est devenue moins productive et saumâtre.
- La nappe du continental intercalaire appelée improprement nappe albienne alors qu'elle est emmagasinée dans les roches barrémiennes. Cette nappe, profonde, couvre essentiellement la région d'Oued Djellal où elle est exploitée à une profondeur de plus de 2.000 mètres (ANONYME, 2002b).

6. Facteurs climatiques de la région de Biskra

Les principaux paramètres climatiques sont présentés ici par des données pluriannuelles sur 25 ans (1984-2008), qui permettront de donner les caractères généraux du climat local et serviront pour la comparaison avec des données climatiques sur 26 ans de la période (1913-1938), dans le but de refléter d'une manière plus fine les variations qui interviendraient d'une année à une autre.

En ce qui concerne les données climatiques du barrage, il faut signaler que la station pluviométrique n'est pas toujours fonctionnelle en raison du mauvais état des appareillages en particulier le thermomètre, pour cela et en vue de mieux étudier les facteurs climatiques, il est pris en considération les données climatiques de la station météorologique de Biskra (34° 48`N., 05° 44`E., altitude : 82 mètres) qui est distante de 18km.

6.1. Températures

Les températures de la région étudiée connaissent d'énormes fluctuations au cours du mois de l'année (Tableau 4).

Tableau 4 : Températures mensuelles maximales (M), minimales (m) et moyennes

$$\overline{(M)} = \frac{M + m}{2} \quad \text{de la période (1913-1938) et (1984-2008).}$$

Période Température (°C) Mois	(1913-1938)			(1984-2008)		
	m	M	\overline{M}	m	M	\overline{M}
Janvier	6,4	16,1	11,25	6,8	16,8	11,8
Février	8	18,3	13,15	8,4	19,2	13,8
Mars	10,9	21,7	16,30	11,4	22,8	17,1
Avril	14,3	26,1	20,20	14,9	26,5	20,7
Mai	18,6	30,8	24,70	19,8	31,5	25,7
Juin	23,7	36,2	29,95	24,6	36,9	30,8
Juillet	26,6	40,1	33,35	27,5	40,5	34
Août	26,2	39,1	32,65	27,6	39,7	33,7
Septembre	23,0	34,6	28,80	23,3	34,3	28,8
Octobre	17,2	27,7	22,45	18,2	29,1	23,7
Novembre	11,5	21,0	16,25	12,1	21,8	17
Décembre	7,2	16,7	11,95	8,2	17,5	12,9

Sur la période des deux séries (1913 - 1938) et (1984 – 2008), c'est le mois de janvier qui représente le mois le plus froid avec des moyennes respectivement, 11,25 °C et 11,8°C avec une augmentation de 0,55°C. Le mois de juillet constitue le mois le plus chaud enregistrant respectivement des moyennes de 33,35 °C et 34 °C avec aussi une augmentation de 0,65°C (Tableau 4).

6.2. Précipitations

La région de Biskra reçoit annuellement en moyenne un total de 156 mm de précipitations (moyenne de la période 1913-1938) et de 128,6 mm (moyenne de la période 1984-2008) dont une diminution remarquable de 27,4 mm, la majeure partie est enregistrée au mois de novembre alors que juillet représente le mois le moins pluvieux de l'année avec 02 mm pour la première série et avec 0,6 mm enregistrée dans la deuxième série (Tableau 5).

Tableau 5: Hauteurs moyennes mensuelles et annuelles des précipitations exprimées en mm.

Période (1913-1938)													
Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jun.	Jut.	Aoû.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy.
P (mm)	17	10	19	10	15	08	02	03	17	15	22	18	156
Période (1984-2008)													
Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jut	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy.
P (mm)	18,9	9	14,7	12,8	11,1	4,2	0,6	4,1	12,5	11,3	18,1	11,3	128.6

6.3. L'humidité relative de l'air

Au cours de l'année, l'humidité relative de l'air connaît d'énormes fluctuations passant de 25,7 % à 60 % (1913-1937) et de 26 % à plus de 58 % (1984-2008) avec une diminution de 2,3 % pour ces dernières années (Fig. 7).

Les valeurs les plus élevées sont enregistrées durant la période hivernale, correspondant notamment aux mois de décembre et de janvier. La sécheresse de l'air s'établit en été, en particulier au cours du mois de juillet (Tableau 6).

Tableau 6 : Moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air en (%).

Période (1913-1937)													
Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jun.	Jut.	Aoû.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy.
HR (%)	60	53,7	47,3	37,3	37	32	25,7	29,7	40	47,3	54,3	59,7	43,7
Période (1984-2008)													
Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jut	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy.
HR (%)	56,4	47,9	42,2	36,9	32,8	28,8	25,8	28,8	38,4	46,5	53,5	58,8	41,4

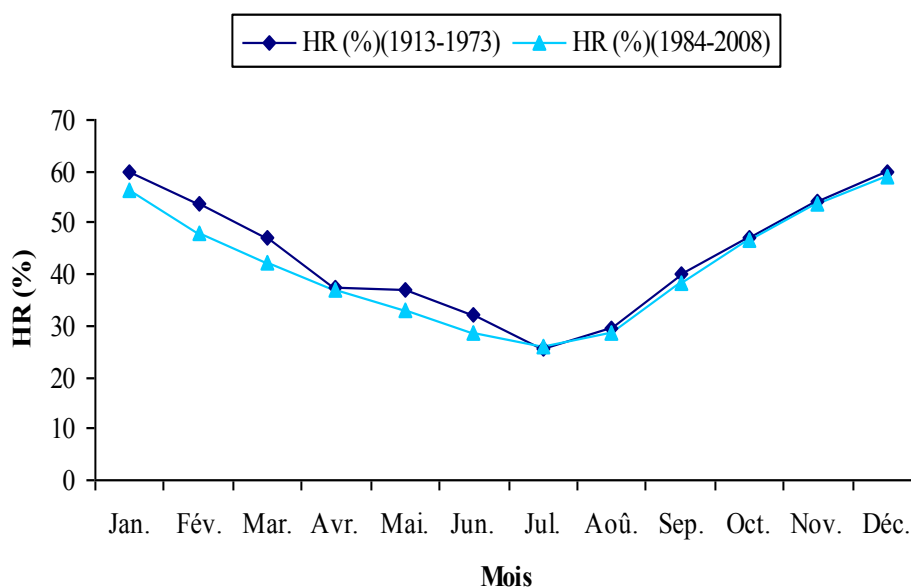


Figure. 7 : Humidité relative moyenne (HR%)de la wilaya de Biskra pour les périodes (1913-1973) et (1984-2008).

6.4. Le vent

Dans la région de Biskra, les vents sont relativement fréquents durant toute l'année. En période hivernale, ce sont les vents froids et humides venant des hauts plateaux et du Nord-Ouest qui sont les plus dominants. En été, se sont les vents d'Est et de Sud-Est qui prédominent. Les vents de sables venant du Sud-Ouest sont fréquents en printemps et en été. Le Sirocco est vent chaud très desséchant qui survient en été. La vitesse des vents varie entre 4 et 6 m/s. Les vents augmentent en hiver et causent un véritable danger pour les cultures d'où l'intérêt de l'installation des brises vents.

Les vitesses du vent sont presque homogènes pendant plusieurs mois de l'année. La vitesse moyenne annuelle de la période (1984-2008) est de l'ordre de 4,6 m/s (Tableau 7).

Tableau 7 : Moyennes de vitesses mensuelles du vent en m/s.

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jun.	Jut.	Aoû.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy.
Vent (m/s)	4,3	4,6	4,9	6	5,7	4,7	4,2	4,1	4,2	4	4,3	4,1	4,6

6.5. Synthèse climatique

6.5.1. Diagrammes ombrothermiques

Gausson, considère que la sécheresse s'établit lorsque la pluviosité mensuelle (P) exprimée en mm est inférieure au double de la température moyenne mensuelle (T) en degrés Celsius ($P < 2 T$) (DAJOZ, 1985). Partant de ce principe, nous avons établi le diagrammes ombrothermiques pour les périodes (1913-1938) et (1984-2008) afin de mettre en évidence la variation annuelle de la durée des périodes sèches et humides (Fig. 10).

Au cours de la période (1913-1938), la région de Biskra subit une période sèche de 4 mois qui s'étale de mi mai à mi de septembre et qui culmine au mois de juillet. La période humide couvre les 8 mois restant avec deux principaux pics de périodes humides. Le premier coïncide avec le mois de novembre alors que le deuxième est observé au printemps, en mars (Fig. 8-A).

Sur les données de 25 ans (1984-2008), la région de Biskra subit une période sèche de 5 mois et demi qui s'étale du mai à mi d'octobre et qui culmine au mois de juillet. La période humide couvre les 6 mois et demi restant avec deux principaux pics de périodes humides. Le premier coïncide avec le mois de novembre alors que le deuxième est observé en janvier (Fig. 8-B).

Le déficit hydrique observé au cours des dernières années du au manque de précipitations ainsi qu'aux températures élevées est à l'origine de cette période relativement plus sèche que la première avec plus de 5 mois secs.

6.5.2. Climogramme d'Emberger

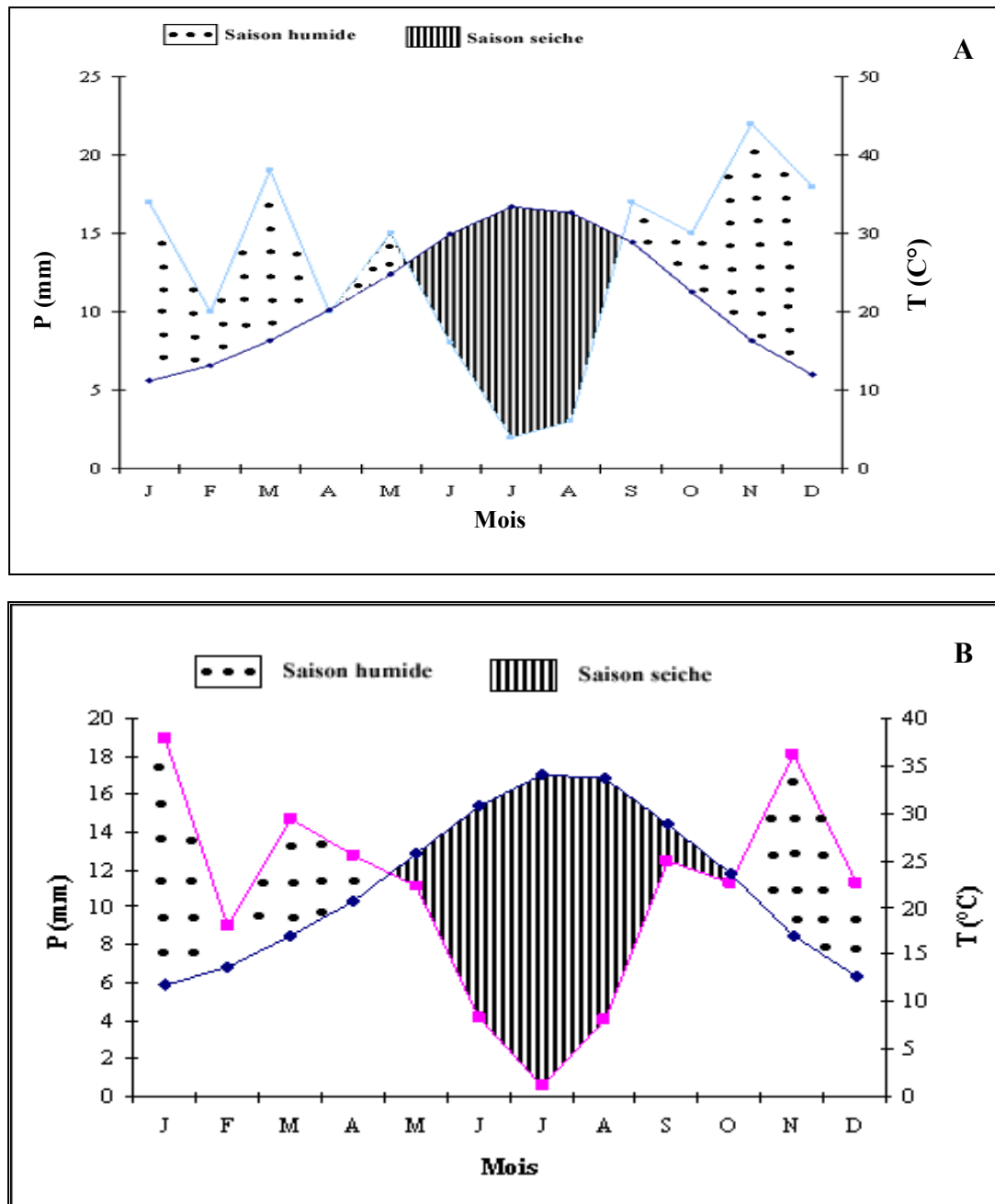
Le quotient pluviothermique d'Emberger (Q) permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une région méditerranéenne et de la situer dans le climogramme d'Emberger. C'est un quotient qui est fonction de la température moyenne maximale (M) du mois le plus chaud, de la moyenne minimale (m) du mois le plus froid en degrés Celsius et de la pluviosité moyenne annuelle (P) en mm. Ce quotient est d'autant plus élevé que le climat de la région est humide. Il est calculé par la formule suivante : (Emberger, 1971).

$$Q = \frac{P}{2 \left(\frac{M + m}{2} \right) \times (M - m)} \times 100$$

Pour la période de (1913-1938), où $P = 156 \text{ mm}$, $M = 40,1 \text{ °C}$ et $m = 6,4 \text{ °C}$., le quotient pluviométrique (Q) égal à 9,95 et permet de classer la région de Biskra dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux.

Au cours de la période (1984-2008), où $P = 128,6 \text{ mm}$, $M = 40,5 \text{ °C}$ et $m = 6,8 \text{ °C}$., Biskra est classée aussi dans le l'étage bioclimatique saharien mais avec un quotient inférieur égal à 8,07.

Bien que ces deux valeurs du quotient pluviométrique situent Biskra sur le même étage bioclimatique mais avec un petit rapprochement vers l'hiver chaud.



7. Considérations floristique et faunistique

La flore recensée dans la région de Biskra regroupe environ 280 espèces réparties en plusieurs familles, selon la C.L.S.B.F. (comité local de la société botanique de France, 1892 *in* TARAI, 1997) (Annexe 3).

Aussi, la phœnniculture dans la région est caractérisée par la présence des cultures intercalaires avec une richesse et une diversité des espèces végétales.

Le couvert végétal naturel rencontré à travers la wilaya est de type dégradé, il est constitué de touffes de plantes clairsemées adaptées au sol et au climat. Dans la zone Sud, la végétation devient plus rare et plus dégradée du fait de la surexploitation des quelques nappes vertes.

La zone Nord, montagneuse est assez dénudée, exception faite pour quelques rares zones forestières comme la région de M'ziraâ où se trouve le point culminant de la wilaya, le Djebel Taktiout (ANONYME, 2002b).

Par ailleurs, la région de Biskra est caractérisée par une faune diversifiée, où une multitude de catégories taxonomiques est bien représentée. Toutefois, très peu d'études sont consacrées à la faune de la région (LEBERRE, 1991) (Annexe 4).

8. Population et occupation des terres

La population de la wilaya de Biskra est passée de 329.000 habitants en 1977 à 589.697 habitants en 1998 pour atteindre une population estimée au 31/12/2001 de 652.267 habitants.

Ainsi, sur les deux décennies, cette dernière a évolué sur un rythme très soutenu de l'ordre de 2,78 % en moyenne par an. Cette nettement supérieur à celle du pays qui est de 2,60 %.

Ce survol de la population dont l'implantation est largement dominée par la présence de l'eau dans la wilaya enregistre des conditions naturelles très contraignantes (ANONYME, 2002).

La répartition générale des terres de la wilaya est présentée ici selon la nomenclature utilisée par la F.A.O, pour le recensement mondial de l'agriculture (Tableau 8).

Tableau 8 : Occupation générale des terres de la wilaya de Biskra.

Occupation des terres	Surface (Ha)	Pourcentage (%)
Surface agricole utile (SAU)	184 783	11.8
Dont irriguées	108 382	6.56
Pacages et parcours	1 396 161	84.47
Terres improductives affectées à l'agriculture	71 807	4.35
Surface agricole totale (SAT)	1 652 751	76.84
Forêts	97 780	4.55
Alfa	13 864	0.64
Terres incultes	386 585	17.97
Surface totale de la wilaya	2 150 980	100

Cette répartition des terres utilisées par l'agriculture et autres est établie selon les statistiques de 2007/2008 incluse dans la monographie de la wilaya de Biskra -Direction des Services Agricoles- (DSA).

9. Les zones humides de la wilaya de Biskra

La région de Biskra englobe un ensemble des sites présentant une importante valeur tant à l'échelle locale, régionale, nationale et internationale. Ce sont, soit des sites naturels représentés généralement par les oueds, soient artificiels comme les barrages.

Ces sites font partie de trois bassins versants qui sont : Oued Arabe, Oued Abiod et Oued Djedi. Au total, on recense quatre zones humides réparties comme suit : trois sites dans le territoire de la wilaya de Biskra couvrant une superficie de 59 ha et un site couvrant une superficie de 48.000 ha et appartenant conjointement aux deux wilaya de Biskra et d'El-oued. Un seul de ces quatre sites qui est chott Melghir inscrit depuis mai 2002 sur la liste RAMSAR. En plus de ces zones humides permanentes qui font l'objet d'un recensement hivernal des oiseaux d'eau par la conservation des forêts, nous notons la présence de six autres zones humides temporaires tributaires des précipitations et des crues de chaque année (Tableau 9).

Tableau 9 : Caractéristiques générales des principales zones humides de la wilaya de Biskra.

Nom du site	Daïra	Commune	Cordonnées géographiques		Superficie
Barrage Foug El Gherza	Sidi Okba	Sidi Okba	34°51' Nord	05°55' Est	32 ha
Barrage Fontaine des gazelles	El Outaya	El outaya	35°07' Nord	05°34' Est	16 ha
Oued Sidi M'hamed Ben Moussa	Sidi Okba	El Heouch	34°33' Nord	06°05' Est	11 ha
Chott Melghir	El Heouch El Feidh	Sidi Okba Ziribet El Oued	34°26' Nord	06°05' Est	551.500 ha
Oued Labiad	M'Chouneche	M'Chouneche	-	-	-
Oued Abdi	Djemoura	Djemoura - Branis	-	-	-
Oued Tayer Rassou	Sidi Okba	El Houch	-	-	-
Plaine inondable Chemorah	Ourelal	Oumèche	34°39' Nord	05°26' Est	-
Guelta Zerga	Ourelal	Oumèche	34°44' Nord	05°45' Est	-
Plaine inondable Bled Selguet Saadoue	El Outaya	El Outaya	34°52' Nord	05°28' Est	-

(- : absence de données)

10. Présentation générale du lac de barrage de Foug El Kherza

10.1. Caractéristiques du barrage de Foug El Kherza

Le barrage de Foug El Kherza est le premier grand barrage établi en zone saharienne en Algérie. Il permet la mise en valeur d'une importante superficie de terres de bonne qualité, dont les ressources locales en eau souterraine étaient tout à fait insuffisantes et où les oasis dépérissaient. Malgré les difficultés dues à l'éloignement, au climat, aux conditions géotechniques parfois difficiles, l'édification de cet ouvrage s'est faite dans d'excellentes conditions et peut être considérée comme une belle réussite (GOUSKOV, 1952).

Le site du barrage est situé dans le massif de l'Aurès qui est lui même un segment oriental de l'Atlas Saharien, à environ 15 km à l'est de la ville de Biskra (Fig. 9) (ANONYME, 2006a).



Figure. 9: Carte de localisation du Barrage de Foug El Kherza (ANONYME, 2006)

Les principales caractéristiques de l'ouvrage sont représentées dans le Tableau 10.

Tableau 10 : Principales caractéristiques du barrage de Foug El Kherza.

Wilaya	Wilaya de Biskra
Ville la plus proche	Biskra
Daïra	Sidi Okba
Commune	Chetma
Coordonnées géographiques	34°51' Nord 5°55'Est
Superficie	32 ha
Altitude	900 m
Cours d'eau	El Abiod
Maître de l'ouvrage	Agence Nationale des Barrages
Destinations principales du barrage	Irrigation des palmeraies de des cultures de céréales
Période d'exécution des travaux	1947 à 1951
Constructeur	Société de Construction des Batignolles, SATEP (Société Algérienne de Travaux d'Etudes et de Participation), Les Travaux Souterrains, Neyeret – Beylier – Piccart – Pictet (équipements hydromécaniques)
Année de la mise en eau	1950
Structure	Structure voûte en béton à double courbure, appuyée en rive gauche sur une culée poids

10.2. Historique

➤ Chronologie générale

Une première tentative a été effectuée avant 1880. En 1847, un petit barrage fut construit en amont des gorges et les eaux déviées par une galerie souterraine creusée dans les calcaires de la rive droite. Cet ouvrage rudimentaire fut emporté par les crues et il n'en reste plus trace. L'entrée amont de la galerie de dérivation, complètement obstruée, a été découverte par hasard au cours de la construction du batardeau du barrage actuel.

Une deuxième tentative eut lieu en 1912. Un barrage de 3m de haut fut édifié au milieu de la gorge.

Dès avant la guerre de 1939-45, le projet de construction d'un important barrage sur l'Oued El Abiod avait pris corps et quelques travaux de reconnaissance avaient été effectués. Une première campagne de sondages dans la partie amont des gorges avait pour but de reconnaître l'allure et la nature du bed-rock, d'évaluer l'épaisseur des alluvions et de rechercher les marnes campaniennes, visibles en amont de la cluse.

En 1941, l'étude géologique détaillée de l'emplacement du barrage et de la cuvette a été faite par R. Laffitte.

En 1948, le début des travaux.

Une mise en eau partielle a été effectuée en janvier 1950.

En 1952-1954 : renforcement du rideau d'étanchéité (GOUSKOV, 1952).

➤ Principaux incidents et faits marquants

D'après les informations disponibles, les ouvrages eux même n'ont pas connu de problème majeur au cours de leur exploitation.

L'exploitation de l'aménagement est cependant marquée par deux faits importants :

- Des problèmes récurrents de fuite à travers la fondation calcaire.
- Un envasement important de la retenue, dont la capacité a été réduite de 47 mm³ initialement à 11 mm³ environ en 2004 et la perte moyenne de capacité est égale à 60 000m³ par an.

➤ Reconnaissance de l'emplacement du barrage

Le choix de l'emplacement était conditionné par différents facteurs, les principaux étant :

- la topographie des gorges, imposant la longueur de l'ouvrage
- l'état de fissuration des terrains d'appui
- la profondeur des marnes campaniennes auxquelles devait se raccorder le rideau de cimentation (GOUSKOV, 1952).

10.3. Description géologique

Les terrains présents dans la région de Foum El Kherza et intéressant le site appartiennent au crétacé et au miocène :

Crétacé

- Campanien inférieur : alternance de calcaire et de marne, présent au centre du site;
- Campanien supérieur : schistes et marnes schisteuses constituant un niveau imperméable;
- Maëstrichtiens : calcaires cristallins constituant la fondation du barrage.

Miocène

Ce sont des poudingues et des alternances de marnes, grès, marnes gypseuses, rencontrés en amont du barrage.

La figure suivante représente une esquisse géologique et tectonique de la zone du barrage. On note la présence de plusieurs failles. Leur présence a conditionné l'implantation de la voûte dans les gorges, dans une zone n'ayant pas été affectée par les conséquences des mouvements tectoniques à l'origine de ces failles (ANONYME, 2006a) (Fig. 10).

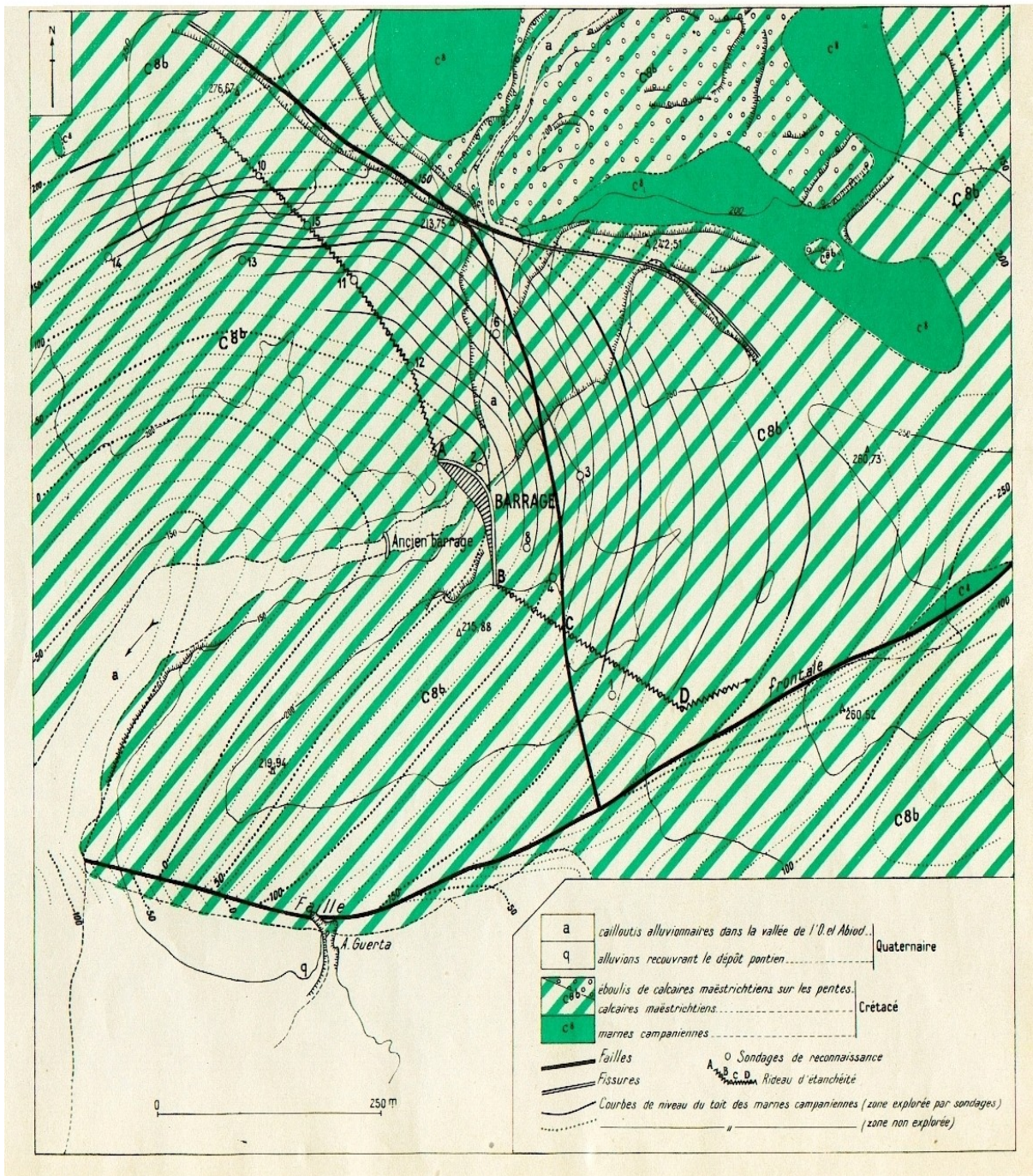


Figure. 10 : Cadre géologique du Barrage (ANONYME, 2006)

10.4. Hydrologie

Les ressources en eau de surface sont omniprésentes dans la région d'étude et sont alimentées essentiellement par les principaux oueds à savoir : Oued Djeddi, Oued Biskra, Oued El Arab, Oued El Abiod, ... etc, qui se caractérisent par un écoulement intermittent. Lors des crues, ces oueds se jettent dans le Chott Melghir et par ce manque d'infrastructures destinées à la mobilisation de ces ressources (barrages, retenues collinaires, ..) entraînent une grande perte pour une meilleure utilisation de ces éléments essentiels à toute activité (ANONYME, 2003).

Le bassin versant du Chott Melghir est l'un des 17 bassins versants hydrologiques classés par l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H). Il occupe une surface estimée à 68.750 km². Il bénéficie des apports en eau en période de crues des différents cours d'eau du versant sud des Aurès (Fig. 11) (ANONYME, 2003).

Le sous bassin versant, à l'emplacement du barrage Foum El Kherza est Oued El Abiod (code : 06-15) a une superficie de 1.324 km² sur une altitude de 1.410 m et possède un cours permanent dans les gorges, soit en surface pendant les périodes pluvieuses, soit en inféro-flux. La population des oasis environnantes a tenté d'utiliser ces eaux par de petits ouvrages de dérivation (GOUSKOV, 1952).

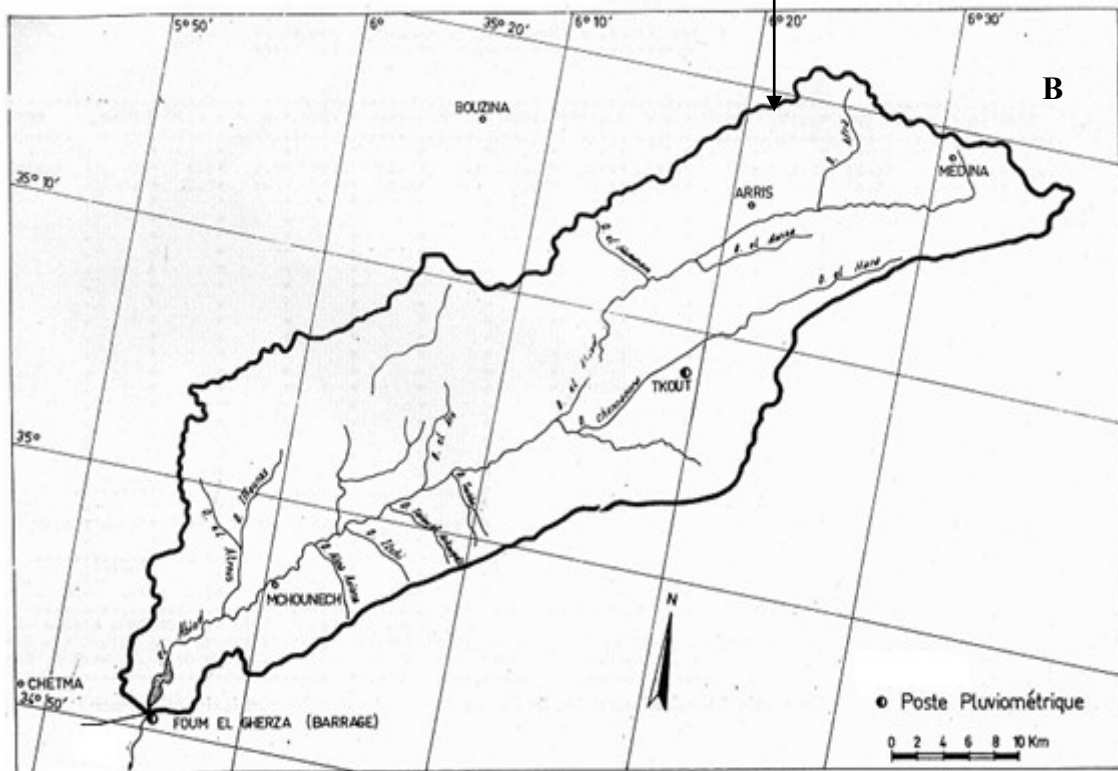
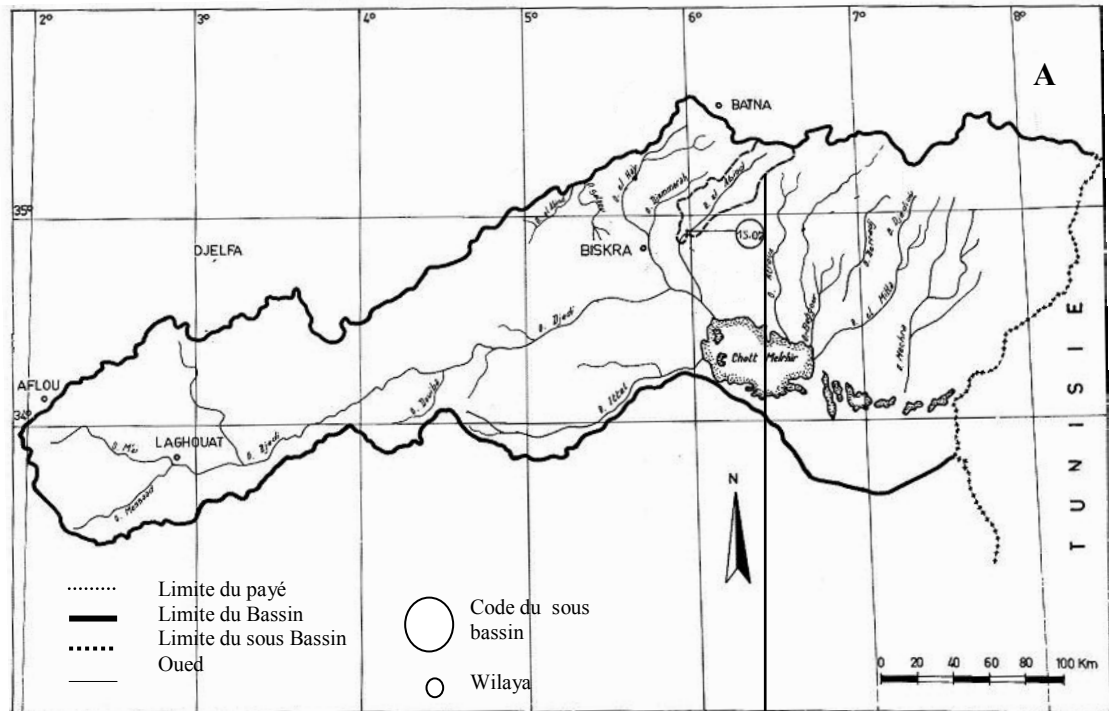


Figure. 11 : Bassin versant du Chott Melghir (06) (A) et Sous bassin versant du Oued El Abiod (06-15-02) (B) (ANONYME, 1968)

Chapitre III

Matériel et méthodes d'étude

Chapitre III : Matériels et méthodes d'étude

1. Objectifs et chronologies de l'étude

Ce travail représente une contribution à l'étude des éléments écologiques du site, tant abiotiques que biotiques ; l'eau, le sol mais surtout la flore et la faune. La mise en valeur de ce patrimoine naturel constitue une démarche en vue d'une bonne gestion du site.

A cet effet nous avons réalisé plusieurs sorties sur terrain pendant toute la période s'étendant entre octobre 2008 et juin 2009 avec une fréquence d'une à quatre fois par mois. Nous avons opté pour chaque sortie d'accomplir les objectifs fixés au préalable. Les détails concernant la chronologie des sorties et le type de prospection réalisé sont consignés dans le tableau 11.

Tableau 11 : Chronologie des sorties et type de prospection réalisées.

Numéro	Date	Type de prospection
1	04/09/2008	- Localisation, choix et balisage des stations.
2	25/10/2008	- Mise en place du dispositif de piégeage des invertébrés. - Collecte d'échantillons d'invertébrés (chasse à vue).
3	26/10/2008	- Prélèvement d'échantillons d'eau.
4	27/10/2008	- Collecte d'échantillons invertébrés.
5	12/11/2008	- Mise en place du dispositif de piégeage des invertébrés. - Collecte d'échantillons de végétation.
6	14/11/2008	- Collecte d'échantillons invertébrés. - Prélèvement d'échantillons d'eau.
7	15/11/2007	- Recensement des oiseaux d'eau.
8	22/12/2008	- Recensement des oiseaux d'eau.
9	27/12/2008	- Mise en place du dispositif de piégeage des invertébrés.
10	29/12/2008	- Collecte d'échantillons invertébrés.
11	20/01/2008	- Recensement des oiseaux d'eau.
12	16/02/2008	- Mise en place du dispositif de piégeage des invertébrés. - Prélèvement d'échantillons d'eau.
13	18/02/2008	- Collecte d'échantillons invertébrés. - Collecte d'échantillons de végétation.
14	10/03/2009	- Recensement des oiseaux d'eau.

15	07/04/2009	- Recensement des oiseaux d'eau.
16	22/04/2009	- Mise en place du dispositif de piégeage des invertébrés.
17	24/04/2009	- Collecte d'échantillons invertébrés.
18	28/04/2009	- Prélèvement d'échantillons d'eau.
19	25/05/2009	- Recensement des oiseaux d'eau. - Collecte d'échantillons d'invertébrés.
20	27/06/2009	- Mise en place du dispositif de piégeage des invertébrés. - Collecte d'échantillons d'invertébrés. - Recensement des oiseaux d'eau.
21	29/06/2009	- Collecte d'échantillons invertébrés. - Prélèvement d'échantillons d'eau. - Prélèvement d'échantillons du sol.

2. Choix des stations et leurs caractérisations générales

Afin d'atteindre nos objectifs scientifiques, nous avons opté au choix de trois (03) stations terrestres (Fig. 12) (Tableau 12). Le choix des stations a été basé sur un ensemble de critères :

(i) La localisation par rapport à l'hydrologie : la station 1 est fixée en amont du barrage et les stations 2 et 3 sont en aval.

(ii) La fréquentation des zones du barrage : la station 1 est moins fréquentée alors que les stations 2 et 3 sont fréquentées par les visiteurs (pêcheurs, pâturage,...).




(iii) L'accessibilité : étant donné le terrain accidenté des abords du barrage, les trois stations sont fixées dans des endroits où le terrain est plus ou moins plats.

(iv) La sécurité : ce sont les trois stations qui sont les plus sécurisées.



Figure 12 : Situation des trois (03) stations terrestres choisies au lac de Barrage de Foum El Kherza (Site web. 3).

Tableau 12 : Caractéristiques générales des trois stations terrestres choisis.

Station	Coordonnée géographique	Altitude	Position	Recouvrement végétal	Degré de fréquentation
 1	34° 51' 05"N 05° 55' 29" E	190 m	Sud	40%	++
 2	34° 52' 43" N 05° 55' 18" E	196 m	Nord-Ouest	60%	+++
 3	34° 52' 46" N 05° 55' 26" E	193 m	Nord-Est	20%	+++

3. Caractérisation pédologique

3.1. Méthodes de prélèvement du sol

Nous avons prélevé 3 échantillons au niveau des trois stations en cours du mois de juin 2009. Les profils sont creusés à l'aide d'un piochon à des profondeurs variant entre 35 et 50 cm.

3.2. Méthodes d'analyses pédologiques

Le sol prélevé sur les trois stations est tamisé à l'aide d'un tamis de 2 mm de diamètre avant d'entamer les analyses pédologiques qui nous ont permis de donner un aperçu sur les principales caractéristiques physicochimiques du substrat de la zone d'étude.

3.2.1. Les analyses physiques

3.2.1.1. Dosage du calcaire total CaCO_3

Le principe de dosage du calcaire total est basé sur la mesure du CO_2 dégagé du calcaire (CaCO_3) [$\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$] se trouvant dans 0,5 g de terre fine neutralisée par 5 ml d'acide chlorhydrique (HCl) ($N=1/2$). Ce dispositif réactionnel est appelé calcimètre de BERNARD ou procédé gazométrique, qui est composé d'une burette pour la mesure du volume du CO_2 dégagé, d'un tube à essai pour le HCl et d'un Erlenmeyer contenant le sol.

D'après BERNARD in BAIZE (1988), le taux du calcaire total est donné par le biais de la formule suivante :

$$\text{Calcaire total (\%)} = \frac{V \times 0,3}{V' \times P} \times 100 ;$$

$$\text{où } \left[\begin{array}{l} V = \text{volume lu sur la burette} \\ V' = \text{volume du témoin à blanc (fait par le carbonate de calcium)} \\ 0,3 \text{ g} = \text{Poids pour réaliser le témoin à blanc} \\ P = \text{poids du sol (0,5 g)} \end{array} \right]$$

3.2.1.2. Dosage du carbone et de la matière organique

Pour le dosage du carbone et de la matière organique WOLKLY et BLACK ont adopté une méthode dont le principe repose sur les étapes qui suivent :

Nous mettons dans un Bécher de 400 ml : 0,5 g de sol, 10 ml d'une solution de bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) et 20 ml d'acide sulfurique concentré (H_2SO_4). Puis, nous laissons le mélange en contact pendant une demi-heure puis nous additionnons 200 ml d'eau distillée, 10 ml d'acide orthophosphorique (H_3PO_4) et 3 gouttes d'une solution de déphénylamine ($C_{12}H_{11}N$). Nous effectuons à la fin une titration par le sulfate de fer ($FeSO_4$) (1 N), et nous enregistrons le volume puis nous exécutons la formule propre à la méthode de Wolkly-Black.

- Pour le calcul du taux de carbone :

$$C(\%) = \frac{V' - V}{P} \times 0,39 ; \text{ avec : } \left\{ \begin{array}{l} V = \text{Volume lu pour le sol} \\ V' = \text{Volume pour le témoin à blanc} \\ P = \text{Poids du sol} = 0,5 \text{ g} \end{array} \right\}$$

- Pour le calcul du taux de la matière organique :

$$\text{Matière Organique (\%)} = C(\%) \times 1,72$$

3.2.2. Les analyses chimiques

3.2.2.1. Mesure du pH

Le degrés d'acidité ou de basicité (alcalinité) est exprimé par le pH, la mesure du pH s'accomplit par lecture directe sur pH-mètre, d'une suspension formée de 10 g de sol dissous à l'aide d'un agitateur pendant 30 mn dans 25 ml d'eau distillée. (Le rapport sol/eau = 1/2,5), après l'agitation et avant la lecture du résultat, il faut laisser la solution au repos durant 15 mn BAIZE (1988).

3.2.2.2. Détermination de la conductivité électrique et de la salinité

Nous procédons par la mise de 10 g de terre fine dans un bécher de 100 ml, puis nous ajoutons 50 ml d'eau distillée (Le rapport sol/eau = 1/5) et nous mettons le bécher sous agitation

pendant une demi-heure. Après repos de 15 min jusqu'à ce qu'il y ait sédimentation de la terre, nous mesurons la conductivité électrique à l'aide d'un conductimètre qui donne une valeur en millimhos/cm.

La conductivité électrique d'une solution du sol est un indice des teneurs en sels solubles dans ce sol, elle exprime approximativement la concentration des solutés ionisables présents dans l'échantillon c'est à dire son degré de salinité (MATHIEU et PIELTAIN, 2003).

4. Qualité de l'eau

4.1. Méthode d'analyse de la qualité physico-chimique de l'eau

En vue de la caractérisation de la qualité de l'eau du barrage, nous nous sommes intéressés à quelques paramètres physico-chimiques. Il s'agit de : la température, le pH, la conductivité électrique, la salinité, la turbidité, les sulfates, les orthophosphoriques, l'azote ammoniacal, les sels de calcium et de magnésium, les nitrite et les nitrates. Ces paramètres étudiés au niveau du laboratoire de l'Algérienne des Eaux (ADE- unité de Biskra) et du laboratoire de la station d'épuration de l'entreprise Tissage-Finissage (TIFIB-S.P.A. BISKRA), ont été mesurés sur des échantillons collectés aux abords immédiats du plan d'eau à environ 1 à 2 mètres de la bordure et à moins de 50 cm de profondeur. Les méthodes et les appareils utilisés pour chacun des paramètres mesurés sont présentés dans le tableau 13.

Tableau 13 : Paramètres mesurés, méthode et appareil utilisé.

Paramètre mesuré	Unité	Appareil	Mode opératoire
Température	°C	Thermomètre à mercure	-Enfoncer le thermomètre dans l'eau. -Attendre quelques minutes et lire la valeur indiquée.
pH		pH mètre	-Prendre environ 100 ml de l'échantillon à mesurer. -Tremper l'électrode dans le bécher contenant l'eau à analyser. -Laisser stabiliser un moment et noter le pH indiqué.
Conductivité électrique (CE)	µs/cm	Conductimètre	-Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité. -Faire la mesure dans un récipient contenant de l'eau à examiner en prenant soin que les électrodes soient bien immergées.
Salinité	‰	Conductimètre	A partir de la conductivité (lecture directe).
Turbidité	NTU	Turbidimètre	-Remplir une cuvette de mesure propre avec l'échantillon à analyser bien homogénéisé. -Effectuer rapidement la mesure.

Calcium (Ca ⁺⁺)	Mg/l	Titrimétrie	<ul style="list-style-type: none"> -Prendre 50ml d'eau à analyser. -Ajouter 2ml de NaOH à 2N. -Ajouter l'acide calco-carboxylique. -Titrer avec l'E.D.T.A (solution de sel disodique de l'acide éthylènediaminetétraacétique jusqu'au virage violet. -Appliquer la formule : $[Ca^{+2}] = V_1 \times F \times 8,016 \text{ mg/l}$ (V₁ : Volume d'E.D.T.A nécessaire pour une concentration donnée, F : Facteur de dilution).
Magnésium (Mg ⁺⁺)	Mg/l	Titrimétrie	<ul style="list-style-type: none"> -Prendre 50ml d'eau à analyser. -Ajouter 2ml de NH₄OH. -Ajouter noir eriochrome. -Titrer avec l'E.D.T.A jusqu'à virage bleu. -Appliquer la formule : $[Mg^{+2}] = (V_2 - V_1) \times F \times 4,86 \text{ mg/l}$ (V₂ : Volume total d'E.D.T.A).
Sulfates (SO ₄)	Mg/l	Spectrophotomètre UV-ISIBLE	<ul style="list-style-type: none"> -Prendre 20ml d'eau à analyser puis compléter à 100ml d'eau distillée. -Ajouter 5ml de la solution stabilisante. -Ajouter 2ml de chlorure de baryum. -Agiter énergiquement pendant 1min. -Passer au spectrophotomètre à la longueur d'onde $\lambda = 420\text{nm}$. -Multiplier la valeur lue par le facteur de la dilution.
Nitrites (NO ₂ ⁻)	Mg/l	Spectrophotomètre UV-ISIBLE	<ul style="list-style-type: none"> -Prendre 50 ml d'eau à analyser. -Ajouter 1 ml de réactif mixte. -Attendre 10 min. -Effectuer la lecture à 543 nm. -L'apparition de la coloration rose indique la présence de (NO₂⁻).
Nitrates (NO ₃ ⁻)	Mg/l	Spectrophotomètre UV-ISIBLE	<ul style="list-style-type: none"> -Prendre 10 ml d'eau à analyser. -Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30%. -Ajouter 1ml de Salicylate de sodium. -Evaporer a sec au bain Marie ou a l'étuve à une température de 75-88 °C et laisser refroidir. -Reprendre le résidu avec 2 ml de H₂SO₄ pur. -Laisser reposer 10 min puis ajouter 15 ml d'eau distillée. -Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium.

			-Passer au spectrophotomètre au 420 nm. -L'apparition de la coloration jaune indique la présence de (NO ₃ ⁻).
L'azote ammoniacal (NH ₄ ⁺)	Mg/l	Spectrophotomètre UV-ISIBLE	-Prendre 40 ml d'eau à analyser -Ajouter 4 ml de la solution de Dichlorisocyanurate de sodium. -Ajouter 4 ml de la solution d réactif coloré. -Ajuster à 50 ml avec l'eau distillée -Attendre 1h30min. -Effectuer la lecture à 655nm. -L'apparition de la couleur verdâtre indique la présence de (NH ₄ ⁺).
Phosphates (PO ₄ ³⁻)	Mg/l	Spectrophotomètre UV-ISIBLE	-Prendre 20ml d'eau à analyser puis compléter à 100 ml d'eau distillée. -Ajouter 5ml de la solution stabilisante. -Ajouter 2ml de chlorure de baryum. -Agiter énergétiquement pendant 1min. -Passer au spectrophotomètre à la longueur d'onde $\lambda = 420\text{nm}$. -Multiplier la valeur lue par le facteur de la dilution.

4.2. Méthode d'analyse de la qualité bactériologique de l'eau

4.2.1. Recherche et dénombrement des germes totaux

4.2.1.1. Principe

L'eau est inoculée par incorporation dans un milieu strictement défini et non sélectif.

La lecture est faite après 24h à 48h d'incubation à 37°C.

4.2.1.2. Le mode opératoire

➤ Préparation des dilutions et répartition pour l'ensemencement

- Prélever stérilement 1ml de l'échantillon, introduire dans un tube contenant 9 ml d'eau distillée, agiter soigneusement le tube de dilution au 1/10.

- Prélever ensuite 1ml de ce 1^{er} tube au 2^e tube : 9ml d'eau distillée, agiter doucement ce tube de dilution 2/10.

- Prélever à l'aide d'une nouvelle pipette stérile 3 fois 1ml (l'échantillon, dilution 10⁻¹, dilution 10⁻²) et les déposer dans les boîtes de Pétri. Continuer ainsi jusqu'à ce que toutes les dilutions nécessaires aient été effectuées.

➤ **Incorporation à la gélose, incubation**

Porter au bain marie bouillant les tubes contenant la gélose (*TGEA*) jusqu'à fusion du milieu, refroidir à 44°C + ou - 2°C, couler aseptiquement dans chaque boîte les dilutions puis le contenu d'un tube de gélose fondu, agiter doucement par un mouvement circulaire pour assurer un mélange homogène de l'eau et de la gélose, sans faire de bulles et sans mouiller les bords de la boîte.

La moitié des boîtesensemencées avec chacune des différentes dilution d'eau est incubée, aussitôt après, solidification, dans une étuve à 37°C + ou - 0.5°C durant 24h à 48h.

➤ **Lecture**

Examiner les boîtes dès que possible après la période d'incubation, sinon les conserver à 4°C pendant 48h au maximum. Compter les colonies.

➤ **Expression des résultats**

Les résultats sont exprimés en nombre de micro-organismes révivifiables par ml dans les conditions de l'essai, chaque colonie étant par convention considérée comme ayant été engendrée par un seul micro-organisme.

Exprimer les résultats en UFC pour les eaux embouteillées, les résultats sont calculés par la moyenne des 2 boîtes de la même série de dilution (incubées soit à 37°C).

4.2.2. Recherche et dénombrement des organismes coliformes, des organismes coliformes thermotolérants (*E. coli* présumés) par méthode du nombre le plus probable (NPP)

4.2.2.1. Principe

Ensemencement d'une série de tubes à essai contenant un milieu de culture sélectif lactosé avec des prises d'essai de l'échantillon dilué ou non. Examen des tubes à essai après une incubation de 24h et de 48h à 37°C ; repiquage à partir de chaque tube à essai après montrant une turbidité avec une production de gaz dans un milieu de confirmation plus sélectif et, si l'on recherche les *E. coli* présumés sur un milieu sur lequel peut être prouvée la formation d'indole.

Incubation de ces milieux de confirmation pendant 24h à 37°C pour la recherche d'organisme coliformes et à 44°C pendant 24h pour les organismes coliformes thermotolerants *E. coli* présumés.

Au moyen de tables statistiques, on calcul du nombre le plus probable (NPP) d'organismes, susceptibles d'être présent dans 100 ml de l'échantillon, à partir du nombre de tubes donnant des résultats de confirmation positifs.

4.2.2.2. Mode opératoire

➤ Préparation de l'échantillon et ensemencement des milieux

Ensemencer des tubes à essai contenant un milieu d'isolement double concentration et simple concentration BCPL (Bouillon pourpre de bromocresol) avec des prises d'essai de 10 ml, 1ml, 0.1ml respectivement.

➤ Incubation des tubes

Faire incuber les tubes ensemencés à 37 °C + ou - 0.5°C pendant 48h.

➤ Examen des tubes à essai

Examiner les cultures en tubes à essai après incubation pendant 24h et considérer comme résultat positif les tubes présentant une turbidité due à une croissance bactérienne, ainsi qu'une production d'acide si le milieu d'isolement contient un indicateur de pH et à la formation de gaz dans les cloches du durham.

Faire incuber à nouveau les tubes à essai qui ne présentent aucun de ces changements et les examiner à nouveau après 48h pour rechercher une réaction positive.

➤ Essai de confirmation

Il convient de noter que les réactions positives dans les tubes à essai contenant un milieu d'isolement n'indiquent que la présence d'organismes coliformes présumés. Il est donc important de procéder à des essais de confirmation.

➤ Repiquage, incubation et examen

Faire un repiquage à partir de chaque tube de milieu d'isolement présentant un résultat positif dans un ou plusieurs tubes contenant des milieux de confirmation pour la production de gaz de d'indole.

- Organismes coliformes

Pour confirmer la présence d'organismes coliformes, faire incuber un tube à essai de bouillant (bilié) lactosé au vert-brillan (VBL) à 37°C et rechercher la production de gaz dans les 24h.

- Organismes coliformes thermotolerant et E. coli présumés

Pour confirmer la présence d'organismes thermotolerant, faire incuber un autre tube à essai de milieu Schubert à 44°C pendant 24h et rechercher la production de gaz plus trouble.

Ajouter 0.2ml à 0.3 ml de réactif de Kovacs dans les tubes positives : l'apparition d'une coloration rouge après l'avoir mélanger avec précaution indique la présence d'iode.

4.2.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux par ensemencement en milieu liquide pour détermination du nombre le plus probable (NPP)

4.2.3.1. Principe

Le tube primaire contient déjà une certaine quantité d'acide de sodium, le repiquage des tubes « positif » sur un milieu nettement plus inhibiteur (plus forte concentration en acide de sodium et présence d'éthyle violet), ne laisse développer que les *Streptocoques fécaux*.

4.2.3.2. Mode opératoire

➤ Test présomptif

Ensemencer le nombre choisi de tube de milieu de Rothe (constituant les tubes « primaire ») en utilisant du milieu à double concentration (pour les ensemencements de 10ml) et du milieu simple concentration (pour les ensemencements de 1ml et 0.1ml d'eau de l'échantillon).

Veiller à ce qu'aucune évaporation ne se soit produite dans le milieu depuis sa préparation, car celle-ci entraînant une concentration des produits inhibiteur homogénéiser soigneusement, par agitation, le contenu des tubes ; s'assurer, une fois celle-ci terminée, que la teinte du bouillon et uniforme en soit identique en tous points.

Incuber les tubes à 37°C et les examiner après 24h à 48h. Les tubes présentant un trouble microbien pendant cette période sont présumés contenir un *Streptocoque fécal* et sont soumis au test confirmatif.

➤ Test confirmatif

Après agitation des tubes positifs, prélever sur chacun quelques gouttes et les porter dans le milieu de Litsky à l'éthyle violet et acide de sodium. Incuber à 37°C pendant 24h à 48h.

L'apparition d'un trouble microbien confirme la présence d'un *streptocoque fécal*. Parfois, la culture s'agglomère au fond du tube en fixant le colorant et en formant une pastille violette de signification identique à celle du trouble. Avec un milieu parfaitement préparé, il n'y a pas pratiquement pas de faux résultats.

Eventuellement contrôler le diagnostic bactériologique par un simple examen microscopique (direct ou après coloration de Gram) qui doit faire apparaître par la présence de bacilles à Gram positif, en courtes chenaitte ou en diplocoque, et l'absence de bacillus, germes responsables des faux résultats les plus fréquentes.

➤ Expression des résultats, choix des prises d'essai

Les résultats de dénombrement des *Streptocoques fécaux* sont exprimés comme ceux d'*E. coli* en nombre de germes par 100ml par le tableau NPP.

4.3. Méthode d'analyse de la qualité biologique de l'eau

4.3.1. Méthodes et techniques d'étude du phytoplancton

4.3.1.1. Récolte et préservation

A fin d'obtenir des données d'ordre qualitatives de la communauté microalgale du Barrage, notre technique de récolte consiste à prélever à la subsurface un litre d'eau brute.

La méthode de conservation est celle utilisée par SOURNIA, (1978) dans la quelle, 20 ml de formol aldéhyde (10%) a été ajouté pour chaque flacon d'un litre.

4.3.1.2. Identification

Plusieurs classes de phytoplancton ont fait l'objet de notre étude dont les principales sont: les Chlorophycées, les Euglénophycées, les Zygothycées, les Diatomophycées, les Chrysophycées, les Cyanophycées, les Dinophycées.

- La détermination des genres de chaque récolte est réalisée à partir de l'observation sous microscope optique, des caractères morpho-anatomiques représentant les clés d'identification de différents genres (MICHEL, 1987).
- Les principaux critères retenus lors de l'identification sont : La forme de la colonie ou du trichome ainsi que La taille et la couleur.

5. Inventaire floristique et confection d'un herbier

Le but de l'inventaire floristique est de recenser d'une manière systématique toutes les espèces végétales qui se trouvent dans notre région d'étude. Cet inventaire constitue un archive référentielle fournissant beaucoup de renseignements sur la flore caractéristique du site. Le principe de son établissement consiste à parcourir toute la région d'étude et procéder à la récolte de toutes les espèces végétales rencontrées.

Lors de chaque sortie, nous avons récolté en plusieurs exemplaires des échantillons des espèces végétales pour être confectionnés en herbier ultérieurement au laboratoire. Pour prélever ces échantillons, nous avons utilisé comme matériel un couteau pour couper les tiges, un piochon pour déraciner les espèces à rhizome et des sachets en plastiques ou du papier journal pour la conservation de la récolte. Les échantillons cueillis doivent être manipulés soigneusement afin d'éviter leur détérioration. Chaque échantillon doit comporter les parties indicatrices de l'espèce, composé notamment de feuilles et de fleurs, ainsi de fruits s'il y a lieu pour faciliter son identification. Au laboratoire, ces échantillons sont placés dans du papier journal pour les faire dessécher. Nous changeons ce papier périodiquement chaque trois jours afin d'assurer aux plantes un dessèchement total. Ces échantillons sont ensuite collés sur du papier bristol et sont prêts à être identifiés.

L'identification des espèces a été facilitée par la contribution de Melle Salem Kour Noura - CRSTRA - (Centre de la recherche scientifique et technique des zones arides), suite à la consultation des guides botaniques : QUEZEL et SANTA (1963), OZENDA (1991) et BARTELS (1997).

6. Etude bioécologique de la faune

6.1. Invertébrés

6.1.1. Récolte et conservation des invertébrés (Méthodes qualitatives)

- **La chasse à vue**

Elle consiste à capturer au niveau du sol les invertébrés directement à la main ou à la pince. Dans la plupart des cas, les espèces capturées appartiennent aux classes d'insectes et d'araignées qui vivent généralement à découvert (MORDJI, 1989). Nous avons procédé par cette méthode, notamment dans le but d'enrichir notre inventaire et de révéler ainsi la diversité du site en invertébrés.

- **Le filet fauchoir**

Le filet fauchoir permet de récolter les insectes peu mobiles, cantonnés dans les herbes ou buissons (BENKHELIL, 1992). Le fauchage est utilisé surtout pour l'échantillonnage des arthropodes en milieux terrestres (LAMOTTE et BOURLIÈRE, 1969).

Il consiste en une poche faite de toile à mailles très serrées d'une profondeur de 45 cm montée sur un cercle en métal dont le diamètre mesure 30 cm. Le manche du filet a une longueur de 120 cm. Ce filet conçu par nous-mêmes répond aux normes proposées par COLAS (1983).

Cette méthode est facile à appliquer avec du matériel simple, ainsi son maniement permet aisément la capture d'insectes aussi bien au vol que ceux posés sur la végétation basse (BOUZID, 2003). Cependant, elle ne nous fournit que des données qui varient selon l'activité des insectes qui vivent à découvert, selon l'utilisateur et selon les conditions atmosphériques au moment de son emploi (BENKHELIL, 1992).

6.1.2. Dispositif de piégeage des invertébrés (Échantillonnage quantitatif)

- **Pièges trappes (pots Barber)**

Ils consistent en de simples boîtes de toutes natures enterrées au ras du sol pour capturer principalement des insectes de moyenne et de grande taille se déplaçant sur le sol et accidentellement des insectes volants qui viennent se poser à la surface ou y tombent ainsi que des reptiles et des petits mammifères (SI BACHIR, 2007).

Les pièges utilisés dans notre étude sont des boîtes de conserve en métal de 1 Kg de 10 cm de diamètre et de 12 cm de profondeur. Ces pots sont enfoncés dans le sol et remplis aux 2/3

d'eau et d'un liquide conservateur (détergent) empêchant les invertébrés piégés de s'échapper et d'y être consommés par leurs prédateurs.

Dans chacune des trois stations énumérées, un total de neuf pots Barber ont été disposés sur une parcelle homogène de forme carrée et d'une surface de 400 m² (LAMOTTE et BOURLIERE, 1969). Ces pièges sont enterrés à ras du sol et alignés 3 à 3 sur 3 rangés distantes de 5 m l'une de l'autre selon la méthode des transects.

Nous avons rencontré plusieurs inconvénients dans l'application de cette méthode ; en particulier lorsque les pluies sont trop fortes, où le contenu des pots déborde entraînant les arthropodes piégés à l'extérieur. Étant donné que la région est fréquentée par la population riveraine et par les bergers, ces pièges sont tout le temps déplacés ou carrément détruits.

- **Pièges colorés**

Ce sont des récipients en matière plastique de différentes couleurs dans les quels on place de l'eau additionnée d'un produit mouillant qui permet de diminuer non seulement la tension superficielle de l'eau mais d'agir sur les téguments des insectes et de provoquer la noyade de ceux qui entrent en contact avec le liquide (BENKHELIL, 1992). Dans notre étude, nous avons utilisé le fond de bidons d'huile de couleur jaune et de diamètre de 12 cm.

Dans les 3 stations échantillonnées, un total de 9 pots Barber a été disposé sur une parcelle homogène de forme carrée d'une surface de 400 m² (LAMOTTE et BOURLIERE, 1969).

Ces pièges sont enterrés à ras du sol et alignés 3 à 3 sur 3 rangées distantes de 5 m l'une de l'autre. Quatre (4) pièges colorés élevés à environ 20 cm au dessus du sol sont placés au centre des 4 carrés formés par les pièges trappes (figure 13).

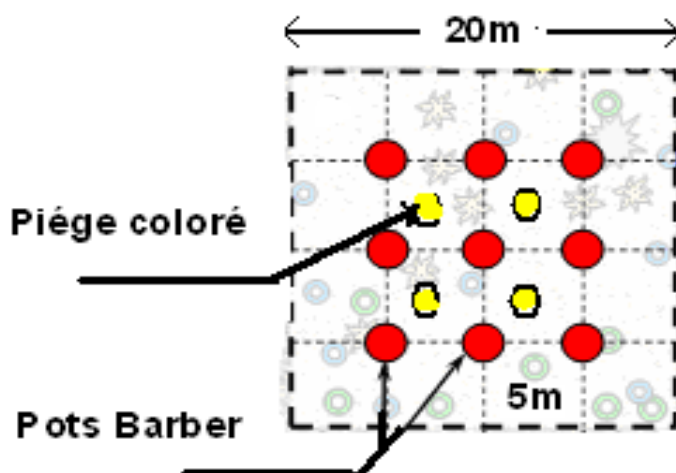


Figure. 13 : Disposition des pièges trappes et des pièges colorés destinés à capturer les invertébrés.

6.2. Vertébrés

6.2.1. Poissons

Afin d'obtenir des données d'ordre qualitatives sur l'ichtyofaune qui vit dans les eaux du barrage et bien qu'il existe également des méthodes et des techniques spécialement de pêche en eau douce qui dépendent d'un matériel précis, nous nous sommes basés sur des échantillons de poissons qui nous ont été fournis par des pêcheurs sur les lieux d'étude et qui ont utilisé des méthodes classiques de pêche; à l'aide d'une simple canne à pêche. Les échantillons sont conservés dans le congélateur jusqu'au moment de leurs identifications au laboratoire.

6.2.2. Amphibiens et Reptiles

Cette catégorie d'animaux étant difficile à capturer en absence de pièges appropriés, nous nous sommes contentés de les observer à l'œil nu et de relever leurs faits écologiques et comportementaux dans leur milieu naturel, notamment leurs laissés et traces.

Nous avons aussi capturé quelques spécimens de reptiles et de batraciens dans les pièges trappes destinés à la capture des invertébrés. Pour leur conservation, nous les mettons dans des flacons remplis de formol dilué, en mentionnant pour chaque espèce, le lieu, la date et d'autres renseignements utiles.

6.2.3. Oiseaux

Les oiseaux sont étudiés dans leur milieu naturel à l'aide d'une paire de jumelles (optique traitée – CCI, angle 75° de 131m à 1000m et de zoom 8 × 30) et un appareil photo numérique panasonic-Lumix modèle n° DMC-FZ18 avec zoom optique 18X et un zoom numérique jusqu'à 72X. Ces deux instruments nous ont permis d'observer, d'identifier et de compter les groupes d'oiseaux. Pour s'assurer que l'identification est exacte au moment de l'observation, nous nous sommes servis du "Guide des Oiseaux d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient" de HEINZEL et *al.*, (1992) et aidés par la contribution de Mr TREA Mabrouk de la Conservation des forêts.

Les oiseaux d'eau sont définis comme étant "des espèces écologiquement dépendantes des zones humides". C'est la définition utilisée par la convention Ramsar pour les dénombrements internationaux des oiseaux d'eau. Ainsi, la majorité des espèces appartenant aux familles suivantes sont considérées comme des oiseaux d'eau : *Gaviidae*, *Podicipedidae*, *Pelecanidae*, *Phalacrocoracidae*, *Anhingidae*, *Ardeidae*, *Scopidae*, *Ciconiidae*, *Balaenicipitidae*, *Ciconiidae*, *Threskiornithidae*, *Phoenicopteridae*, *Anhimidae*, *Anatidae*, *Gruidae*, *Aramidae*, *Rallidae*, *Heliornithidae*, *Eurypygidae*, *Jacaniidae*, *Rostratulidae*, *Dromadidae*, *Haematopodidae*,

Ibidorhynchidae, *Recurvirostridae*, *Burhinidae*, *Glareolidae*, *Charadriidae*, *Scolopacidae*, *Pedionomidae*, *Thinocoridae*, *Laridae*, *Sternidae* et *Rynchopidae*. (DENALY, 2007).

Le dénombrement des oiseaux d'eau est une opération qui se fait chaque année à l'échelle internationale. La date des dénombrements est fixée par le B.I.R.O.E. (Bureau International de la Recherche sur les Oiseaux d'Eau et les Zones Humides) au minimum une fois par an entre le 8 et le 22 janvier (ANONYME, 2006).

La technique de dénombrement des oiseaux d'eau est décrite dans les étapes suivantes :

- Repérer là où les remises sont les plus importantes.
- Repérer pour chaque remise là où les points d'observation les plus favorables, en tenant compte des conditions d'éclairement.
- Nous relevons pour chaque observation : sur un tableau les effectifs totaux et par espèce et sur une carte la répartition de leur occupation spatiale.
- En période d'hivernage, et lorsque le nombre d'oiseaux dépasse quelques centaines, nous précédon s au dénombrement par estimation en utilisant l'échantillonnage par quadrats. En superposant la "quantité-unité" sur la bande entière, nous parvenons à découper cette dernière en autant de fractions de 200 individus (ATKINSON-WILLES, 1963 ; BLONDEL, 1964 in LAMOTTE et BOURLIERE, 1969 ; DENALY, 2007). Outre ces recensements annuels, nous avons réalisé au cours de chaque sortie, un dénombrement des oiseaux d'eau stationnant sur le plan d'eau et ses rivages en précisant leurs localisations.

6.2.4. Mammifères

Étant donné que la plupart des mammifères ont une activité nocturne, et par manque de pièges adéquats pour leur capture ; nous nous sommes contentés d'adopter la méthode d'observation directe sur le terrain.

En outre, les enquêtes effectuées auprès des riverains et des bergers fréquentants la zone d'étude ont été d'un intérêt incontournable, car elles nous ont permis de recueillir davantage d'informations sur les mammifères fréquentants le site et ses abords et de compléter par la suite la liste de notre inventaire.

En outre, les pots Barber nous ont permis occasionnellement la capture de petits mammifères, notamment des petits rongeurs, qui une fois tombés dans les trappes finissent par se noyer.

7. Exploitation des résultats par des indices écologiques

7.1. Application d'indices de structure et d'organisation

7.1.1. Fréquence en nombre

La fréquence centésimale (**Fc**) représente l'abondance relative et correspond au pourcentage d'individus d'une espèce (**n_i**) par rapport au total des individus recensés (**N**) d'un peuplement. Elle peut être calculée pour un prélèvement ou pour l'ensemble des prélèvements d'une biocénose (DAJOZ, 1985).

$$Fc = \frac{n_i}{N} \times 100$$

7.1.2. La constance ou l'indice d'occurrence

La constance (**C**) est le rapport du nombre de relevés contenant l'espèce étudiée (**P_i**) au nombre total de relevés (**P**) exprimé en pourcentage (DAJOZ, 1982).

$$C (\%) = \frac{P_i}{P} \times 100$$

BIGOT et BODOT (1973), distinguent des groupes d'espèces en fonction de leur fréquence d'occurrence :

- Les espèces constantes sont présentes dans 50% ou plus des relevés effectués.
- Les espèces accessoires sont présentes dans 25 à 49% des prélèvements.
- Les espèces accidentelles sont celles dont la fréquence est inférieure à 25%.
- Les espèces très accidentelles qualifiées de sporadiques, ont une fréquence inférieure à 10%.

7.1.3. Analyse de similitude (Indice de SORENSEN)

Afin de pouvoir statuer la similitude ou la différence existante dans la composition du peuplement des invertébrés dans l'espace d'une part et dans le temps d'autre part, nous avons comparé la structure des relevés par une analyse discriminatoire en calculant l'indice de SORENSEN ou le coefficient de similitude de SORENSEN (**Q_s**) (MAGURRAN, 1988) :

$$Q_s = \left[\frac{2c}{a+b} \right] \times 100$$

a : nombre d'espèces mentionnées dans le relevé 1.

b : nombre d'espèces décrites dans le relevé 2.

c : nombre d'espèces recensées simultanément dans les 2 relevés.

Pour notre cas, nous avons utilisé ce coefficient pour comparer la composition spécifique d'invertébrés des différentes stations et des différentes dates d'étude prises deux à deux.

7.2. Application d'indices de diversité des peuplements

La diversité des peuplements vivants s'exprime généralement par la richesse spécifique totale qui est le nombre total (**S**) d'espèces dans un biotope et la richesse moyenne (**s**) qui est la moyenne du nombre d'espèces observées dans une série de prélèvements. Elle peut être également représentée par des indices différents.

7.2.1. Richesse spécifique totale

Par définition ; la richesse totale (**S**) est le nombre d'espèces contractées au moins une seule fois au terme de N relevés effectués. L'adéquation de ce paramètre à la richesse réelle est bien entendu d'autant meilleure que le nombre de relevés est plus grand (BLONDEL, 1975).

7.2.2. Richesse spécifique moyenne

La richesse spécifique moyenne (**S_m**) est utile dans l'étude de la structure des peuplements. Elle est calculée par le nombre moyen d'espèces présentes dans un échantillon (RAMADE, 1984) :

$$S_m = \frac{\text{nombre total d'espèces recensées lors de chaque relevé}}{\text{nombre de relevés réalisés}}$$

7.2.3. Indice de diversité de SHANNON

L'indice de diversité de SHANNON dérive d'une fonction établie par SHANNON et WIENER qui est devenue l'indice de diversité de Shannon. Il est parfois, incorrectement appelé indice de SHANNON-WEAVER (KREBS, 1989 ; MAGURRAN, 1988). Cet indice symbolisé par la lettre **H'** fait appel à la théorie de l'information. La diversité est fonction de la probabilité de présence de chaque espèce dans un ensemble d'individus. La valeur de **H'** représentée en unités binaires d'information ou bits et donnée par la formule suivante (BLONDEL, 1979 ; DAJOZ, 1985 ; MAGURRAN, 1988) :

$$H' = - \sum P_i \log_2 P_i$$

Où : **P_i** représente le nombre d'individus de l'espèce *i* par rapport au nombre total d'individus recensés (**N**) :

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

Cet indice renseigne sur la diversité des espèces d'un milieu étudié. Lorsque tous les individus appartiennent à la même espèce, l'indice de diversité est égal à 0 bits. Selon MAGURRAN (1988), la valeur de cet indice varie généralement entre 1,5 et 3,5. Il dépasse rarement 4,5. Cet indice est indépendant de la taille de l'échantillon et tient compte de la distribution du nombre d'individus par espèce (DAJOZ, 1975).

7.2.4. Indice d'équirépartition des populations (équitabilité)

L'indice d'équitabilité ou d'équirépartition (**E**) est le rapport entre la diversité calculée (**H'**) et la diversité théorique maximale (**H'**_{max}) qui est représentée par le log₂ de la richesse totale (**S**) (BLONDEL, 1979).

$$E = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Où : **H'** est l'indice de Shannon : $H'_{\max} = \log_2 S$

Cet indice varie de zéro à un. Lorsqu'il tend vers zéro ($E < 0,5$), cela signifie que la quasi-totalité des effectifs tend à être concentrée sur une seule espèce. Il est égal à 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance (BARBAULT, 1981).

Chapitre IV

Résultats et Discussions

Chapitre IV : Résultats et discussions

1. Caractéristiques physico-chimiques du substrat

1.1. Résultats

Les résultats obtenus à partir des analyses physicochimiques du sol prélevé sur une profondeur variant entre 35 à 50 cm de chacune des trois stations sont représentés dans le Tableau 14.

Tableau 14 : Résultats d'analyses physicochimiques du sol du Barrage de Foug El Kherza.

Station Paramètre	1	2	3	Moy.
pH	7,78	7,65	7,83	7,75
CE (ds/m)	2,28	3,38	4,2	3,28
Calcaire total (%)	52,06	14,55	30,00	32,20
Carbone (%)	0,78	1,17	1,17	1,04
Matière organique (%)	1,34	2,01	2,01	1,78

1.2. Discussion

1.2.1. Le pH

Les valeurs obtenues du pH varient entre 7,6 et 7,8. Selon BAIZE (1988), un sol est considéré à pH basique quand son pH varie entre 7,5 et 8,7. Les sols à pH très basique sont ceux dont le pH est supérieur à 8,7. Les sols acides sont ceux dont le pH est inférieur à 6,5. Ainsi, d'après cette classification, le sol de toutes les stations étudiées est considéré à pH alcalin. D'après les normes d'interprétation du pH-eau du sol, le sol des stations est dans la fourchette des pH courants pour les sols minéraux en région arides à pH faible à alcalinité modérée (MATHIEU et PIELTAIN, 2003) (Fig. 14).

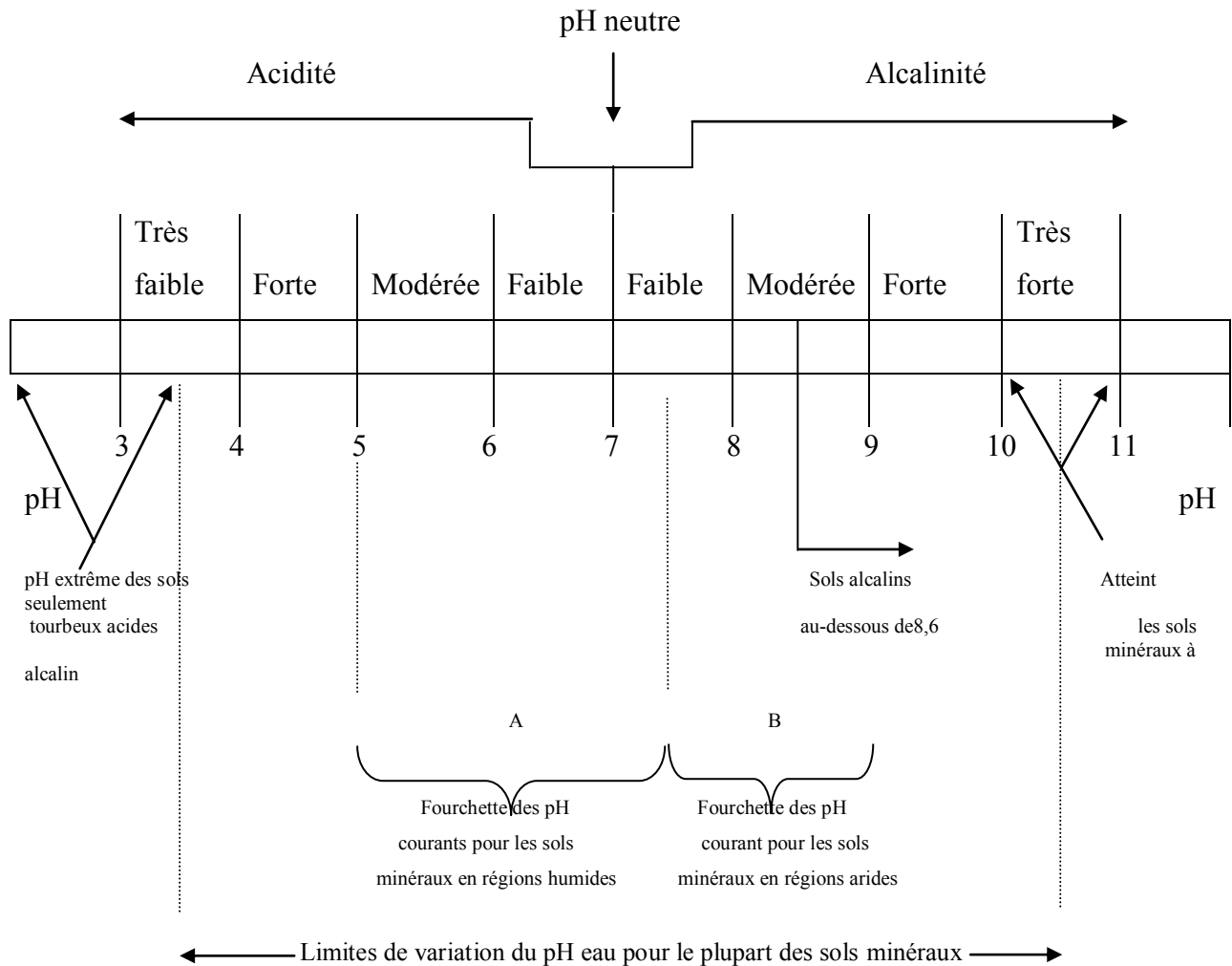


Figure 14 : Norme d'interprétation du pH-eau du sol (MATHIEU et PIELTAIN, 2003).

1.2.2. La conductivité électrique et la salinité

La valeur mesurée pour la conductivité électrique est assez élevée, elle varie de 2,28 à 4,2 ds/m. Selon les classes de salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait aqueux (MATHIEU et PIELTAIN, 2003) et qui est indiquée dans le tableau 15, nous pouvons constater que le sol des stations du Barrage de Foug El Kherza est très salé.

Il est à rappeler que le mois du prélèvement du sol était le mois de juin. La salinité du sol augmente suite à l'accumulation des sels après évaporation de l'eau, et en allant de la périphérie du Barrage vers son centre. Ceci permettrait de dire que cette salinité pourrait être moins élevée en hiver et encore plus importante en juillet à août.

Tableau 15 : Classes de salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait aqueux.

Mmhos/cm ds/m		0,6	1	2	3	4
CE_{1/5}	Non salé	Légèrement salé	salé	Très salé		Extrêmement salé

1.2.3. Le calcaire total

Les résultats obtenus pour le taux de calcaire total sont élevés et varient entre 14,55 % et 52,06 %. En se référant à l'échelle de désignation du type du sol en fonction du taux du calcaire total citée par BAIZE (1988) et représentée dans le tableau 16, nous constatons que le sol du Barrage de Foug El Kherza est modérément calcaire (station 1), fortement calcaire (station 2), très fortement calcaire dans la station 3 et il présente un taux moyen égal à 30,2 %. Ceci serait en relation avec la nature géologique du barrage.

Tableau 16 : Désignation des types de sol selon le taux du calcaire total.

% du calcaire total	Désignation
< 1 %	Non calcaire
1 à 5 %	Peu calcaire
5 à 25 %	Modérément calcaire
25 à 50 %	Fortement calcaire
50 à 80 %	Très fortement calcaire
> 80 %	Excessivement calcaire

1.2.4. Le carbone et la matière organique

Les taux de la matière organique varient entre 1,34 et 2,01 %. D'après les normes internationales, nous pouvons classer les sols analysés dans notre site comme étant des sols moyennement riches en matière organique. Toutefois, nous remarquons que la station 1 est pauvre en matière organique (Tableau 17).

Tableau 17 : Classes de matière organique et leurs désignations.

% de la matière organique	Désignation
< 1 %	Très pauvre
1 à 2 %	Pauvre
2 à 4 %	moyennement
> 4 %	Riche

1.3. Conclusion

Les échantillons du sol que nous avons prélevés au barrage de Foug El Kherza sont des sols alcalins, très salés, moyennement riches en matière organique et fortement calcaires. Ceci serait en relation avec le faible recouvrement végétal du site et reflète l'image des sols caractérisant les régions arides.

Il est à signaler que les paramètres mesurés ne sont pas statiques dans le temps, donc ils peuvent varier d'une année à une autre et au cours des différentes saisons de la même année.

2. Qualité de l'eau

2.1. Qualité physicochimique de l'eau

2.1.1. Résultats

L'analyse physicochimique des échantillons d'eau collectés nous a permis de définir quelques paramètres caractérisant l'eau du barrage (Tableau 18).

Tableau 18 : Paramètres physicochimiques de l'eau du Barrage de Foum el Kherza.

Mois	Novembre			Avril			Juin		
	Station								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Température (°C)	18	19	19,6	22	22,2	22,6	26,5	26	25
pH	8,2	8,2	8,3	8,3	8,3	8,2	8,4	8,3	8,3
CE (µs/cm)	804	886	825	1214	1231	1228	1400	1420	1412
Salinité (‰)	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7
Turbidité (NTU)	-	-	-	-	-	-	4	2	9
Ca ⁺⁺ (mg/l)	-	-	-	112,2	112,2	108,2	128,3	128,3	128,3
Mg ⁺⁺ (mg/l)	-	-	-	43,8	43,8	46,2	51,1	51,1	51,1
MO (mg/l)	-	-	-	-	-	-	1,6	2,14	1,43
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,03	0,031	0,018	0,026	0,029	0,069	0,016	0,021	0,004
NO ₃ ⁻ (mg/l)	0,22	0,26	0,15	0,04	0,04	0,03	0,183	0,024	00
NH ₄ ⁺ (mg/l)	-	-	-	0,205	0,159	0,211	0,076	0,138	0,045
PO ₄ ⁻³ (mg/l)	0,013	0,011	0,010	0,099	0,034	0,003	0,02	0,025	0,04
SO ₄ (mg/l)	27	19,2	34,32	-	-	-	-	-	-

(- : Absence de mesures)

2.1.2. Discussions

- **Température :**

Les températures mesurées à la surface du Barrage fluctuent d'un mois à un autre. Cette variation est en relation avec celle de la température l'air. Ces températures varient de 18 à 26,5°C, maximum noté en juin. Aussi, le temps de passage au niveau des 3 stations est à l'origine de la différence des températures enregistré entre les 3 stations.

La température des eaux superficielles (rivières, lacs et retenues) est très variable selon les saisons et peut passer de 2°C en hiver à 30°C en été.

- **pH** : Les valeurs mensuelles du pH de l'eau du barrage varient entre 8,2 et 8,4.

Selon l'échelle adoptée par (HECKER & al. 1996) : Eau acide (pH < 5,5), eau neutre (pH = 5,5 à 7,4), eau alcaline (pH > 7,4), l'eau du site est alcaline. Cette alcalinité serait en relation avec la circulation des eaux et l'absence d'une source de pollution réelle comme les eaux usées par exemple.

En pratique, les eaux ayant un pH supérieur à 8 ou inférieur à 6 sont rares mais on peut rencontrer des pH plus élevés dans des situations d'eutrophisation d'eau.

Le pH d'une eau naturelle dépend de l'origine de celle-ci et de la nature des terrains traversés. Des eaux provenant de régions calcaires auront un pH plutôt basique (POTELON, 1998).

- **Conductivité électrique** :

Nous avons constaté une augmentation de la conductivité allant de 804 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au mois de novembre à plus de 1400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au mois de juin.

La conductivité électrique dépend de la nature des ions dissous et de leurs concentrations. La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau (REJSEK, 2002), qui peut entraîner selon le cas un goût salé variable selon la nature des sels présents (POTELON, 1998). La moyenne de la conductivité de l'eau du barrage s'élève à 1157,78 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Nous pouvons donc dire que la minéralisation de l'eau du barrage est assez importante.

La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution (REJSEK, 2002). Le tableau 19 exprime une relation entre la minéralisation de l'eau et la conductivité.

Tableau 19 : Relation entre la minéralisation de l'eau et la conductivité mesurée (REJSEK, 2002).

Conductivité en $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation de l'eau
< 100	Très faible
Entre 100 et 200	Faible
Entre 200 et 333	Moyenne
Entre 333 et 666	Moyenne accentuée
Entre 666 1000	Importante
>1000	Elevée

- **Salinité :**

Les résultats obtenus montrent une augmentation de la salinité de 0,4 ‰ en novembre à 0,7 ‰ en juin. Ceci serait en relation avec la variation des quantités de précipitations et des températures régnant en automne et en été.

Selon la classification de HECKER *et al* (1996) : eau douce (<0,5 g/l), eau douce à saumâtre (0,5 à 5 g/l), eau saumâtre à salée (18 à 30 g/l) et eau salée (>30g/l). L'eau du Barrage est classée dans la catégorie des eaux douces à saumâtres avec une moyenne de 0,55 g/l due aux fluctuations climatiques saisonnières.

La salinité indique la teneur d'un milieu en sel, elle permet de connaître la circulation des eaux, d'identifier les masses d'eaux d'origine différentes (AMINOT, 1983). Les teneurs en sels sont dépendantes de la géologie du milieu, du renouvellement des eaux et du climat (MULHAUSER et MONNIER, 1995).

La limite de salinité entre eaux douces et eaux saumâtres, fixée à 3 ‰, est celle des limnologues, cependant, elle est portée par les agronomes à 5 ‰ car certaines plantes cultivées supportent un irrigation avec des eaux atteignant cette salinité (RAMADE, 2003).

- **La turbidité :**

Selon l'United States. Environment Protection Agency (USEPA), l'intensité de la turbidité permet de classer l'eau suivant les normes ci-après (ANONYME, 1978) :

NTU < 30 NTU	: Eau claire
30 < NTU < 50 NTU	: Eau moyennement trouble
NTU > 50 NTU	: Eau trouble

La turbidité de l'eau mesurée dans notre site varie entre 2 à 9 NTU. Ce qui attribue à cette eau une eau claire. La valeur la plus élevée est marquée au station 3 où elle fréquentée par la végétation aquatique et les oiseaux d'eau.

La turbidité de l'eau a pour origine la présence de matières en suspension (argile, limons, particules fibreuses, particules organiques colloïdales, planctons, organismes microscopiques) qui donne un aspect trouble à l'eau (POTELLON, 1998).

- **Les sels de calcium :** Les eaux du Barrage sont riches en Calcium au niveau de toutes les stations avec une faible fluctuation au cours du temps varient de 108,2 mg/l en novembre à un maximum de 128,3 mg/l en juin. Selon REJSEK (2002), en pays calcaire, les concentrations se situent entre 70 et 120 mg/l.

Les sels de calcium sont obtenus en majorité lors de l'attaque de roches calcaires par l'anhydride carbonique (CO₂). Ils constituent l'élément cationique dominant des eaux superficielles ainsi que l'élément principal de la dureté de l'eau (POTELLON, 1998).

- **Les sels de Magnésium** : Les valeurs de magnésium mesurées dans l'eau du barrage sont relativement élevées, variant de 43,8 à 51,1 mg/l. Cette augmentation serait due à l'évaporation provoquée par les températures élevées.

Son abondance géologique, sa grande solubilité, sa large utilisation industrielle font que les teneurs dans l'eau peuvent être importantes (POTELLON, 1998). A partir d'une concentration de 100 mg/l, le magnésium donne un goût désagréable à l'eau (RODIER, 2005)

En effet, le rapport Mg/Ca est en général très inférieur à 1 (POTELLON, 1998). Dans notre cas le rapport Mg/Ca = 0,4.

- **Sulfates (SO₄)** : Les valeurs de sulfates enregistrées au mois de novembre sont variables d'une station à une autre, un maximum de 34 g/l au niveau de la station 3 et un minimum de 19 g/l en station 2.

En agriculture, des concentrations élevées (plusieurs centaines de milligrammes par litre peuvent poser des problèmes, pour l'irrigation, une teneur supérieure à 480 mg/l rend l'eau impropre à l'agriculture (RODIER, 2005).

Les sulfates sont des éléments indispensables à la croissance des végétaux aquatiques, mais un excès peut limiter la production biologique (RODIER, 2005).

- **Les nitrates (NO₃⁻)** : Au niveau du Barrage, les concentrations de nitrate varient de 0,02 à 0,2 mg/l avec une faible fluctuation saisonnière signalée avec des valeurs relativement plus élevées en mois de novembre.

D'après L'ANRH, 2003 in MESSAMAH et ACHOURI, 2009, les classes proposées pour les nitrates sont : (1 à 10 mg/l) Bonne; (10 à 20 mg/l) moyenne; (20 à 40 mg/l) mauvaise; (> 40 mg/l) très mauvaise). Le barrage a une bonne teneur en nitrates.

Ils se trouvent naturellement dans les eaux et proviennent en grande partie de l'action de l'écoulement des eaux sur le sol constituant le bassin versant. Ils constituent le stade final d'oxydation de l'azote organique. Dans les eaux naturelles non polluées, le taux de nitrates est très variable suivant la saison et l'origine des eaux (REJSEK, 2002).

Les effets de nitrates ne sont pas en eux mêmes dangereux mais ont une toxicité par le fait qu'ils se transforment en nitrites et participent à l'important phénomène d'eutrophisation des eaux stagnantes et provoquent ainsi des troubles pour la santé (REJSEK, 2002).

- **Les nitrites (NO₂⁻)** : Nos données montrent que la teneur en nitrites varie d'un mois à un autre autour d'une moyenne de 0,027 mg / l avec une concentration maximale de 0,069 mg / l notée au mois d'avril.

D'après (ANRH, 2003 in MESSAMAH et ACHOURI, 2009) les classes proposées pour les nitrites sont : (0 - 0,01) Bonne; (0,01 – 0,1) Moyenne; (0,1 – 3) Mauvaise; (> 3) Très mauvaise. Donc, de manière générale, nous pouvons dire que l'eau du barrage est bonne.

La présence de nitrites dans une eau peut être due à une oxydation incomplète de composés azotés (azote organique ou ammoniacal) ; elle correspond à un stade intermédiaire et leur concentration est en général inférieure à 1 mg / l (REJSEK, 2002).

- **L'azote ammoniacal (NH_4^+)** : Les valeurs de l'ammoniaque des eaux du Barrage varient de 0,04 à 0,16 mg/l. L'ammoniaque des eaux superficielles peut avoir pour origine naturelle la décomposition des déchets végétaux et animaux. Il se transforme assez rapidement en nitrates et en nitrites par oxydation. Sa teneur dans les eaux de surface est normalement faible (<0,2 mg/l). Sa présence en quantité relativement importante peut être indice d'une pollution par des rejets d'origine humaine ou industrielle (POTELON, 1998).

- **Phosphates (PO_4^{-3})** : Dans le Barrage, les valeurs de phosphates varient de 0,003 à 0,09 g/l avec une faible fluctuation au cours du temps. Les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol, leur présence naturelle dans les eaux est liée aux caractéristiques des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique. Des teneurs supérieures à 0,5 mg/l doivent constituer un indice de pollution (RODIER, 2005).

Les phosphates (teneurs supérieures à 0,2 mg/l) favorisent la prolifération des algues et des phytoplanctons qui conduisent à l'eutrophisation des lacs, des cours d'eau et il en résulte une véritable dégradation de la vie aquatique (POTELLON, 1998).

Dans les eaux de surface, la teneur naturelle en phosphates ou orthophosphates est de l'ordre 0,1 à 0,3 mg/l (POTELLON, 1998).

2.1.3. Conclusion

L'eau du barrage de Foum El Kherza est moyennement alcaline avec une excessive minéralisation, douce, voir douce à saumâtre selon les saisons et claire.

Les résultats concernant les paramètres de pollution nous permettant de dire que l'eau du barrage est bonne concernant les concentrations en nitrates et en nitrites avec des teneurs naturelles en phosphates, sulfates et ammoniaques.

2.2. Qualité biologique de l'eau

2.2.1. Qualité bactériologique de l'eau

2.2.1.1. Résultats

Les résultats de recherche et de dénombrement des bactéries dans les eaux du barrage et leur développement, décrites dans le tableau 20, se rapportent aux germes indicateurs de contamination fécale (les coliformes totaux et fécaux et les streptocoques fécaux).

Tableau 20 : Dénombrement des germes totaux, des coliformes totaux et fécaux (*E.coli*) et des streptocoques fécaux dans les eaux superficielles du Barrage de Foug El Kherza.

	Novembre 2008			Avril 2009			Juin 2009		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
Germes totaux (N/100ml)	363	454	818	140	Inc	Inc	160	1300	1568
Coliformes totaux (NPP/100ml)	23	4	93	Inc	Inc	Inc	40	28	48
Coliformes fécaux (<i>E. coli</i>) (NPP/100ml)	9	4	21	Inc	Inc	80	40	28	48
Streptocoques fécaux (NPP/100ml)	4	4	0	8	0	0	56	12	108

(S1, S2, S3 : Station 1,2 et 3; Inc : Incomptable; NPP : Nombre le plus probable)

2.2.1.2. Discussion

➤ **Germes totaux** : dans le temps, les valeurs les plus élevées voir incomptables, sont enregistrées au mois d'avril alors que le mois de novembre est le moins pollué. Les variations stationnelles montrent que les charges bactériennes sont supérieures en amont du barrage (S2 et S3) qu'en aval (S1). Cette pollution est directement liée avec les apports contaminés d'Oued El Abiod surtout dans la station 3 située sur les berges de l'Oued.

➤ **Coliformes totaux et fécaux** : ce sont les plus importants des paramètres microbiologiques pris en compte dans le contrôle de la qualité des eaux et leurs présences suffit à confirmer qu'il y a effectivement pollution. En effet, c'est le mois d'avril qui représente la contamination la plus élevée par les bactéries coliformes et par l'*E.coli* dont les valeurs dépassent les normes acceptées. Les charges bactériennes pour le mois de novembre et de juin sont inférieures aux normes qui sont de 500 NPP/100ml pour les coliformes totaux et de 100 NPP/100ml pour l'*E.coli* (BRISOU et DENIS, 1980 in ATTRACI et HAMID, 2008). C'est la station 3 qui marque les nombres les plus élevés des bactéries d'origine fécale.

➤ **Streptocoques fécaux** : les résultats représentés dans le tableau 20 montrent que les teneurs en streptocoques fécaux sont les plus faibles de tous les germes indicateurs de contamination fécale. Le mois de juin est le plus contaminé par ces bactéries bien que ces valeurs ne dépassent pas les normes admises (100 NPP/100ml) (BRISOU et DENIS, 1980 in ATTRACI et HAMID, 2008) sauf pour la station 3 au mois de juin où le nombre dépasse légèrement les normes (108NPP/100ml). Notons leur absence dans la station 3 pour les mois d'avril et de novembre.

2.2.1.3. Conclusion

Les analyses des germes totaux montre que les eaux du Barrage de Foum El Kherza sont chargées de bactéries dont la croissance varie d'un mois à l'autre et d'une station à une autre. Le mois d'avril est le plus chargé de colonies coïncidant avec une richesse élevée de faune et de flore surtout en avifaune aquatique qui augmente également l'activité bactérienne. Les stations situées en amont (S2 et S3) sont les plus contaminées, surtout la station 3 située sur les berges de l'Oued.

Les coliformes totaux et fécaux notamment *E.coli* sont décelés dans les eaux du barrage mais avec des valeurs qui ne dépassent pas les normes est sont considérée comme des eaux de qualité moyenne sauf pour le mois d'avril où leurs nombres dépassent les normes admises et l'eau devient de qualité dangereuse.

En ce qui concerne les streptocoques fécaux, l'eau du barrage est de bonne qualité pendant le mois de novembre et d'avril et de qualité moyenne en juin.

2.2.2. Structure du peuplement de la flore microalgale recensée

2.2.2.1. Inventaire taxonomique

➤ Résultats

Après l'examen microscopique des échantillons d'eau prélevés, nous présentons dans le Tableau 21 la liste systématique du phytoplancton identifié suivant la classification établie par BOURRELLY (1970) et SOURNIA (1986). L'identification a été poussée jusqu'au genre seulement, l'absence de clés d'identification détaillées et de spécialistes ne nous a pas permis d'identifier les espèces et les variétés. La totalité de ces espèces a été déterminées grâce à la contribution de Mr. CHAIBI R (Chargé de cours à l'Université de Laghouat) et suite à la consultation de clés de détermination et des ouvrages suivants : BOURRELLY (1970), SOURNIA (1986) et THERRIAULT et al (1999).

Tableau 21 : Liste systématique globale des genres de phytoplanctons dans le Barrage de Foum El Kherza.

Classe	Ordre	Famille	Genre	Station 1	Station 2	Station 3
Zygomycées	Desmiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i>	+	+	+
Chlorophycées	Chlorococcales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum</i>	-	+	-
			<i>Scenedesmus</i>	+	+	+
		Oocystaceae	<i>Oocystis</i>	+	+	-
		Hydrodictyaceae	<i>Pediastrum</i>	+	+	+
		Palmellaceae	<i>Sphaerocystis</i>	+	-	-
		Chlorococcaceae	<i>Characium</i>	-	-	+
	Volvocales	Chlamydomonadaceae	<i>Chlamydomonas</i>	+	+	+
			<i>Hyalobrachion</i>	-	-	+
		Tetraselmiaceae	<i>Tetraselmis</i>	+	+	+
Diatomophycées	Naviculales	Naviculaceae	<i>Gyrosigma</i>	+	+	+
			<i>Gomphonema</i>	-	-	+

			<i>Cymbella</i>	+	+	-	
			<i>Naviculla</i>	+	+	+	
			<i>Pinnularia</i>	-	+	+	
			<i>Amphora</i>	-	+	-	
			<i>Caloneis</i>	-	+	+	
			<i>Surirellaceae</i>	<i>Cymatopleura</i>	-	+	+
				<i>Surirella</i>	+	+	+
			<i>Epithemiaceae</i>	<i>Rhopalodia</i>	-	+	+
			<i>Nitzschiaceae</i>	<i>Nitzschia</i>	+	+	+
			<i>Coscinodiscales</i>	<i>Coscinodiscaceae</i>	<i>Melosira</i>	+	-
	<i>Cyclotella</i>	+			+	-	
	<i>Coscinodiscus</i>	-			+	-	
	<i>Diatomales</i>	<i>Diatomaceae</i>	<i>Synedra</i>	+	+	+	
			<i>Tabularia</i>	-	+	-	
			<i>Diatoma</i>	+	+	+	
	<i>Achnanthes</i>	<i>Achnantheaceae</i>	<i>Achnanthes</i>	+	+	-	
<i>Cocconeis</i>			+	+	-		
<i>Biddulphiales</i>	<i>Chaetoceraceae</i>	<i>Chaetoceros</i>	-	+	+		
<i>Chrysophycées</i>	<i>Chromulinales</i>	<i>Dinobryaceae</i>	<i>Dinobryon</i>	+	+	+	
	<i>Chrysamoebidales</i>	<i>Scarabaeoidea</i>	<i>Lagynion</i>	+	-	-	
<i>Cyanophycées</i>	<i>Oscillatoriales</i>	<i>Oscillatoriaceae</i>	<i>Phormidium</i>	+	+	+	
			<i>Lyngbya</i> *	-	-	+	
			<i>Oscillatoria</i> *	+	+	+	
			<i>Spirulina</i>	+	+	-	
	<i>Chroococcales</i>	<i>Chroococcaceae</i>	<i>Microcystis</i> *	-	+	-	
			<i>Pseudanabaena</i>	+	+	+	
<i>Euglénophycées</i>	<i>Euglenales</i>	<i>Euglenaceae</i>	<i>Euglena</i>	+	+	+	
			<i>Phacus</i>	+	+	+	
<i>Dinophycées</i>	<i>Péridiniales</i>	<i>Gymnodiniaceae</i>	<i>Gymnodinium</i>	+	+	+	
		<i>Peridiniaceae</i>	<i>Peridinium</i> *	+	+	+	
<i>Xanthophycées</i>	<i>Mischococcales</i>	<i>Characiopsidaceae</i>	<i>Chlorothecium</i>	-	-	+	
		<i>Pleurochloridaceae</i>	<i>Diachros</i>	-	-	+	
<i>Synurophyceae</i>	<i>Synurales</i>	<i>Synuraceae</i>	<i>Mallomonas</i>	+	-	-	

(* : Genre toxique; +/- : Présence/Absence).

➤ Discussions

La flore microalgale recensée est composée de 45 genres, repartis en 27 familles, 17 ordres et 09 classes qui sont: les *Zygothycées*, les *Chlorophycées*, les *Diatomophycées*, les *Chrysophycées*, les *Cyanophycées*, les *Euglénophycées*, les *Dinophycées*, les *Xanthophycées* et les *Synurophyceae*. La classe des *Diatomophycées* regroupe la proportion la plus importante du peuplement phytoplanctonique avec 20 genres (soit 44 %), 8 familles (soit 29 %) et 5 ordres (soit 29 %). En revanche, la classe des *Zygothycées* et des *Synurophyceae* sont les plus faiblement représentées avec un seul genre (soit 2 %), une famille (soit 3 %) et un ordre (soit 5 %)(Tableau 22).

Tableau 22 : Répartition en nombres et en pourcentages des différents taxons de phytoplanctons recensés.

Classe	Ordres		Familles		Genres	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
<i>Zygophycées</i>	1	5,9	1	3,7	1	2,2
<i>Chlorophycées</i>	3	17,6	8	29,6	9	20
<i>Diatomophycées</i>	5	29,4	8	29,6	20	44,4
<i>Chrysophycées</i>	2	11,7	2	7,4	2	4,4
<i>Cyanophycées</i>	2	11,7	2	7,4	6	13,3
<i>Euglénophycées</i>	1	5,9	1	3,7	2	4,4
<i>Dinophycées</i>	1	5,9	2	7,4	2	4,4
<i>Xanthophycées</i>	1	5,9	2	7,4	2	4,4
<i>Synurophyceae</i>	1	5,5	1	3,7	1	2,2
Total	17	100	27	100	45	100

Sur les 45 genres recensés, 4 genres sont reconnus potentiellement toxiques, ce qui représente 8,8 % du peuplement phytoplanctonique et sont répartis comme suit : 3 genres de Cyanophycées et 1 genre de *Dinophycées*. Les *Dinophycées* sont des espèces considérées en majorité neurotoxiques. Les *Cyanophycées* présentent différentes formes d'intoxication : hépatotoxiques tel le cas des genres *Microcystis* et *Oscillatoria* et dermatotoxiques avec le genre de *Lyngbya* (BENOUELLA et al; 1995).

Selon SOURNIA et al (1990), le phytoplancton aquatique se compose de plus de 6.000 espèces d'algues unicellulaires. Parmi elles, près de 600 espèces sont connues pour provoquer occasionnellement, par leur pullulation, une modification de la couleur de l'eau; d'autre part, une quarantaine d'espèces provoquent des nuisances diverses telles que des intoxications pour l'homme ou des mortalités vis-à-vis de la faune aquatique.

La majorité des algues répertoriés dans le barrage de Foug El Kherza sont des espèces cosmopolites à large spectre écologique qui se rencontrent aussi fréquemment dans le lac Oubeira, l'un des grands lacs d'eau douce en Algérie ainsi que dans le Barrage de Koudiet M'Douar (Batna), qui est riche de 73 espèces signalées par MESSAMAH et ACHOURI (2009).

➤ Conclusion

La composition taxonomique du peuplement phytoplanctonique identifiée présente une prédominance de la classe des diatomées avec 20 genres. Il est utile de noter la présence de 4 genres toxiques. Ceci fait que le barrage n'est pas totalement à l'abri de phénomènes d'eutrophisation.

2.2.2.2. Evaluation des fréquences d'occurrence des différents genres et classes de phytoplanctons recensés suivant les stations et les mois d'étude.

➤ Résultat

Afin d'avoir une idée sur l'organisation et la structure du peuplement de phytoplanctons inventoriés, nous avons calculé les fréquences d'occurrences des différents genres et classes pour les trois stations choisies et par mois de sortie. Les résultats obtenus sont énumérés dans les tableaux 23 et 24.

➤ Discussions

• Occurrence dans l'espace

Les fréquences d'occurrence notées par station varient de 20 à 100 %. Sur l'ensemble des genres recensés, presque la moitié (21 genres; 46,7 %) sont constants. Près de tiers (14 genres; 31,1 %) sont accidentels et le reste (10 genres; 22,2 %) sont accessoires) (Tableau 23).

La majorité des classes sont constantes (soit 66,6 %), sauf une qui est accessoire (classe des *Zygophycées*) et deux classes sont accidentelles qui sont la classe des *Xanthophycées* et celle des *Synurophycées*.

Dans le groupe des genres constants, nous signalons que 06 genres appartiennent à 04 classes différentes. Leur présence est constante pour les 3 stations atteignant même 100 % de fréquence d'occurrence pour certains genres (*Navicula*, *Nitzschia*, *Oscillatoria*, *Pseudanabaena*, *Gymnodium* et *Peridinium*).

En ce qui concerne les variations des fréquences d'occurrence d'une station à une autre, les valeurs varient de 0 à 100 %. La station 2 est la plus riche en genres constants, presque le tiers avec 14 genres puis la station 3 avec 13 genres et la station 1 avec 8 genres.

La classe des *Xanthophycées* composée de 2 genres (*Diachros* et *Chlorothecium*) est présente accidentellement dans la station 3. La classe de *Synurophycées* représentée par un seul genre (*Mallomonas*) est aussi accidentelle dans la station 1 et la classe des *Zygophycées* composée d'un seul genre (*Cosmarium*) est présente accidentellement pour les trois stations. Les autres classes, plus riches en genres sont des classes constantes pour les trois stations.

Sur l'ensemble des genres toxiques, 02 genres sont constants pour les trois stations (*Oscillatoria* et *Peridinium*) et les 2 autres sont accidentels (*Microcystis* et *Lyngbya*).

Tableau 23 : Evaluation de la fréquence d'occurrence (%) dans le temps et dans l'espace et échelle de constance (Ec) des genres et des classes phytoplanctoniques recensées dans le Barrage de Fom El Kherza.

Classe	Genre	Station 1				Station 2				Station 3				Oct. 2008				Nov. 2008				Fév. 2009				Avr. 2009				Jun. 2009									
		C%	Ec	C%	Ec	C%	Ec	C%	Ec	C%	Ec	C%	Ec	C%	Ec	C%	Ec	C%	Ec	C%	Ec	C%	Ec	C%	Ec	C%	Ec	C%	Ec	C%	Ec	C%	Ec						
Zygophycées	<i>Cosmarium</i>	20	Ac	20	Ac	20	Ac	20	Ac	20	Ac	20	Ac	33,3	A	33,3	A	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	66,6	C	66,6	C		
Chlorophycées	<i>Coelastrum</i>	0	-	80	C	20	Ac	100	C	0	-	100	C	0	-	100	C	33,3	A	100	C	0	-	66,6	C	0	-	66,6	C	0	-	100	C	0	-	100	C		
	<i>Scenedesmus</i>	40	A			40	A			80	C			0	-			100	C			33,3	A			66,6	C			0	-			66,6	C			66,6	C
	<i>Oocystis</i>	20	Ac			20	Ac			0	-			0	-			66,6	C			0	-			0	-			0	-			0	-			0	-
	<i>Pediastrum</i>	60	C			60	C			40	A			33,3	A			100	C			33,3	A			0	-			33,3	A			66,6	C			66,6	C
	<i>Sphaerocystis</i>	20	Ac			0	-			0	-			0	-			0	-			33,3	A			0	-			0	-			0	-			0	-
	<i>Characium</i>	0	-			0	-			20	Ac			0	-			0	-			0	-			0	-			0	-			0	-			33,3	A
	<i>Chlamydomonas</i>	40	A			80	C			60	C			100	C			66,6	C			33,3	A			33,3	A			66,6	C			66,6	C				
	<i>Hyalobrachion</i>	0	-			0	-			20	Ac			0	-			0	-			0	-			0	-			0	-			0	-			33,3	A
	<i>Tetraselmis</i>	80	C			40	A			40	A			66,6	C			100	C			0	-			33,3	A			66,6	C			66,6	C				
Diatomophycées	<i>Gyrosigma</i>	20	Ac	100	C	60	C	100	C	60	C	100	C	0	-	100	C	100	C	100	C	66,6	C	100	C	0	-	100	C	66,6	C	100	C						
	<i>Gomphonema</i>	0	-			0	-			40	A			0	-			0	-			33,3	A			33,3	A			0	-			33,3	A				
	<i>Cymbella</i>	20	Ac			20	Ac			0	-			0	-			33,3	A			0	-			0	-			0	-			0	-				
	<i>Naviculla</i>	80	C			100	C			80	C			66,6	C			100	C			66,6	C			100	C			100	C			100	C				
	<i>Pinnularia</i>	0	-			40	A			80	C			0	-			33,3	A			33,3	A			66,6	C			66,6	C			66,6	C				
	<i>Amphora</i>	0	-			20	Ac			0	-			0	-			0	-			0	-			0	-			0	-			33,3	A				
	<i>Caloneis</i>	0	-			80	C			60	C			66,6	C			33,3	A			66,6	C			0	-			66,6	C			66,6	C				
	<i>Cymatopleura</i>	0	-			60	C			40	A			0	-			66,6	C			33,3	A			0	-			66,6	C			66,6	C				
	<i>Surirella</i>	20	Ac			20	Ac			40	A			0	-			33,3	A			33,3	A			0	-			33,3	A			66,6	C				
	<i>Rhopalodia</i>	0	-			40	A			20	Ac			0	-			66,6	C			0	-			0	-			0	-			33,3	A				
	<i>Nitzschia</i>	100	C			80	C			100	C			100	C			100	C			100	C			66,6	C			100	C			100	C				
	<i>Melosira</i>	20	Ac			0	-			20	Ac			0	-			0	-			0	-			33,3	A			0	-			33,3	A				
	<i>Cyclotella</i>	20	Ac			40	A			0	-			33,3	A			66,6	C			0	-			0	-			0	-			0	-				
	<i>Coscinodiscus</i>	0	-			20	Ac			0	-			33,3	A			0	-			0	-			0	-			0	-			0	-				
	<i>Synedra</i>	40	A			20	Ac			80	C			0	-			66,6	C			66,6	C			66,6	C			66,6	C			33,3	A				
	<i>Tabularia</i>	0	-			40	A			0	-			0	-			33,3	A			0	-			0	-			0	-			33,3	A				
	<i>Diatoma</i>	40	A			80	C			80	C			66,6	C			66,6	C			66,6	C			66,6	C			33,3	A			100	C				
	<i>Achnanthes</i>	20	Ac			40	A			0	-			0	-			33,3	A			0	-			0	-			0	-			66,6	C				
<i>Cocconeis</i>	20	Ac	20	Ac	0	-	0	-	66,6	C	0	-	0	-	0	-	0	-																					
<i>Chaetoceros</i>	0	-	20	Ac	20	Ac	0	-	33,3	A	0	-	0	-	0	-	33,3	A																					
Chrysophycées	<i>Dinobryon</i>	20	Ac	60	C	20	Ac	20	Ac	20	Ac	20	Ac	0	-	33,3	A	0	-	0	-	0	-	100	C	100	C	0	-	33,3	A								

	<i>Lagynion</i>	40	A			0	-			0	-			33,3	A			0	-			0	-			33,3	A																		
<i>Cyanophycées</i>	<i>Phormidium</i>	20	Ac	100	C	40	A	80	C	40	A	100	C	33,3	A	100	C	100	C	0	-	100	C	0	-	66,6	C	33,3	A	100	C														
	<i>Lyngbya</i>	0	-			0	-			20	Ac			20	Ac			0	-	0	-			0	-			0	-			0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
	<i>Oscillatoria</i>	80	C			80	C			100	C			66,6	C			100	C	33,3	A			0	-			0	-			0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
	<i>Spirulina</i>	40	A			40	A			0	-			0	-			33,3	A	33,3	A			0	-			0	-			0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	66,6	C		
	<i>Microcystis</i>	0	-			20	Ac			0	-			0	-			0	-	0	-			0	-			0	-			0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	33,3	A		
	<i>Pseudanabaena</i>	60	C			60	C			80	C			80	C			100	C	100	C			33,3	A			0	-			0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	100	C		
<i>Euglénophycées</i>	<i>Euglena</i>	40	A	60	C	80	C	80	C	40	A	60	C	33,3	A	66,6	C	66,6	C	100	C	33,3	A	33,3	A	33,3	A	100	C	100	C														
	<i>Phacus</i>	40	A			60	C			20	Ac			60	C			66,6	C	66,6	C	0	-	66,6	C	33,3	A	66,6	C	66,6	C	66,6	C	66,6	C	66,6	C								
<i>Dinophycées</i>	<i>Gymnodinium</i>	80	C	100	C	80	C	100	C	60	C	60	C	100	C	100	C	100	C	100	C	0	-	66,6	C	33,3	A	66,6	C	100	C	100	C												
	<i>Peridinium</i>	60	C			100	C			60	C			60	C			66,6	C	66,6	C	66,6	C	66,6	C	66,6	C	66,6	C	66,6	C	66,6	C	66,6	C	66,6	C	66,6	C						
<i>Xanthophycées</i>	<i>Chlorothecium</i>	0	-	0	-	0	-	0	-	20	Ac	20	Ac	33,3	A	33,3	A	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-												
	<i>Diachros</i>	0	-			0	-			20	Ac			33,3	A			0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-						
<i>Synurophycées</i>	<i>Mallomonas</i>	20	Ac	20	Ac	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	33,3	A	33,3	A	0	-	0	-	0	-	0	-												

(C % : Fréquence d'occurrence; Ec : Echelle de constance; C : Constante; A : Accessoire; Ac : Accidentelle; - : Absence).

Tableau 24 : Nombre et proportions des différents genres et classes de phytoplanctons recensés par stations (A) et par mois (B).

(A)	Station 1				Station 2				Station 3				Total			
	Genre		Classe		Genre		Classe		Genre		Classe		Genre		Classe	
	Nbr	%	Nbr	%	Nbr	%	Nbr	%	Nbr	%	Nbr	%	Nbr	%	Nbr	%
Ec	8	17,8	6	66,6	14	31,1	5	55,5	13	28,9	5	55,5	31	68,9	7	77,8
C	8	17,8	0	0	9	20	0	0	7	15,5	0	0	14	31,1	2	22,2
A	8	17,8	0	0	9	20	0	0	7	15,5	0	0	14	31,1	2	22,2
Ac	13	28,9	2	22,2	12	26,7	2	22,2	11	24,4	3	33,3	0	0	0	0
-	16	35,5	1	11,1	10	22,2	2	22,2	14	31,1	1	11,1	0	0	0	0
Total	45	100	9	100	45	100	9	100	45	100	9	100	45	100	9	100

(B)	Octobre 2008				Novembre 2008				Février 2009				Avril 2009				Juin 2009				Total			
	Genre		Classe		Genre		Classe		Genre		Classe		Genre		Classe		Genre		Classe		Genre		Classe	
	Nbr	%	Nbr	%	Nbr	%	Nbr	%	Nbr	%	Nbr	%	Nbr	%	Nbr	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Ec	11	24,4	5	55,5	21	46,6	5	55,5	8	17,8	4	44,4	8	17,8	5	55,5	21	46,6	6	66,7	21	46,7	6	66,6
C	11	24,4	3	33,3	8	17,8	0	0	11	24,4	2	22,2	6	13,3	1	11,1	13	28,9	1	11,1	10	22,2	1	11,1
A	11	24,4	3	33,3	8	17,8	0	0	11	24,4	2	22,2	6	13,3	1	11,1	13	28,9	1	11,1	10	22,2	1	11,1
Ac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	31,1	2	22,2
-	23	51,1	1	11,1	14	31,1	4	44,4	26	57,8	3	33,3	31	68,9	3	33,3	11	24,4	2	22,2	0	0	0	0
T	45	100	9	100	45	100	9	100	45	100	9	100	45	100	9	100	45	100	9	100	45	100	9	100

- **Occurrence dans le temps**

Pour toute la période d'étude (octobre 2008-juin 2009), un total de 21 genres sont constants (soit 46,7 %), 10 genres sont accessoires (11,1 %) et 14 genres sont accidentels (31,1 %). Par ailleurs, 66,7 % des classes sont constantes, le reste des classes qui sont faibles en nombre de genres sont soit accessoires (une classe : *Zygophycées*) ou accidentelles (deux classes : *Xanthophycées* et *Synurophycées*). D'après ces résultats, nous signalons les 4 genres qui sont les plus constants pendant les cinq mois d'observations avec une fréquence qui atteint parfois 100 %, ces genres sont : *Nitzschia*, *Navicula*, *Oscillatoria* et *Peridinium*.

L'analyse de l'occurrence des différents genres de phytoplancton qui varie selon les mois de 0% à 100 % montre que le mois de novembre et juin sont représentés par le plus grand nombre de genres constants (21 genres, soit 46,6 %) puis le mois d'octobre avec 11 genres (soit 24,4 %) ensuite le mois de février et avril avec seulement 08 genres constants (soit 17,8 %) (Tableau 24).

L'occurrence des différentes classes de phytoplancton varie également de 0 à 100 % et c'est le mois de juin qui est représenté par le maximum de classes constantes (6 classes; 66,7 %).

En effet, la moitié des classes sont constantes pour les autres mois et certaines sont totalement absentes, en citant la présence de la classe des (composée d'un seul genre : *Mallomonas*) qu'au mois de février, la classe des *Xanthophycées* avec 2 genres (*Chlorothecium* et *Diachros*) signalée qu'au mois d'octobre et la classe des *Zygophycées* (représentée par le genre *Cosmarium*) est observée sauf au mois d'octobre et juin.

➤ **Conclusion**

De manière générale, nous pouvons dire que la majorité des classes phytoplanctoniques recensées sont constantes dans les trois stations de prélèvements et pendant toute la période d'étude.

Toutefois, des variations mensuelles et stationnelles sont décelables. C'est la station 2 et c'est le mois de juin qui seraient les plus favorables à l'installation de plus de genres et de classes de phytoplancton.

2.2.2.3. Richesse spécifique

➤ **Résultat**

Afin d'évaluer la composition du peuplement du phytoplancton et de donner un aperçu sur la variation de la diversité, nous avons calculé la richesse générique totale et moyenne, pour les trois stations d'étude et aussi pour les cinq mois d'étude (Tableau 25).

Tableau 25 : Richesse générique totale et moyenne par station et par mois.

Mois		Octobre 2008	Novembre 2008	Février 2009	Avril 2009	Juin 2009	Total
Station 1	S	8	18	5	8	20	29
	S _m	11,8					
Station 2	S	16	26	9	9	23	35
	S _m	16,6					
Station 3	S	13	19	14	8	20	31
	S _m	14,8					
Total		22	31	19	14	34	

(S : Richesse générique totale; S_m : Richesse générique moyenne).

➤ Discussion

Les valeurs de la richesse générique totale varie de 5 genres (Février/Station 1) à 26 genres (Novembre/Station 2).

● Variation spatiale

Les valeurs de la richesse générique totale sont proches avec une plus grande valeur notée dans la station 2 (35 genres; 77,8 %) et elle est presque égale dans les stations 3 et 1 avec respectivement 31 genres; 68,9 % et 29 genres; 64,4 %.

De même pour la richesse moyenne, il n'existe pas de différence appréciable entre les trois stations et c'est la station 2 qui vient en tête.

● Variation temporelle

Dans le temps, la richesse totale et moyenne varient d'un mois à un autre où les mois de juin et novembre sont représentés par les plus grandes valeurs, suivis par le mois d'octobre et de février. Le mois d'avril révèle les valeurs les plus faibles (Fig15). C'est les mois juin et novembre qui permettraient le développement d'un peuplement plus diversifié en nombre de genres.

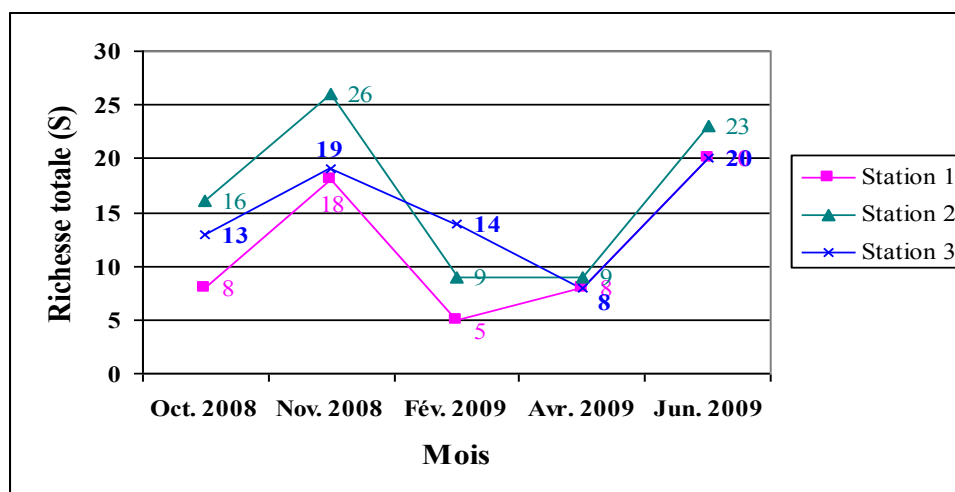


Figure 15: Variation de la richesse générique totale (S) par station pendant les 5 mois d'étude

➤ Conclusion

C'est la station 2 et pendant les mois de novembre et de juin qui abritent le plus grand nombre de genres de phytoplanctons et qui permet l'installation d'un peuplement plus riche ainsi qu'un développement dans les meilleures conditions.

3. Caractérisation du peuplement végétal des abords du barrage

3.1. Résultats

L'inventaire floristique établi nous a permis de dresser un tableau représentant la liste systématique des espèces végétales recensées, dont l'identification a été réalisée par la contribution de Mlle Salem Kour Noura - CRSTRA - (Centre de la recherche scientifique et technique des zones arides), suite à la consultation des guides botaniques : QUEZEL et SANTA (1963), OZENDA (1991) et BARTELS (1997). Ces espèces sont présentées dans le Tableau 26.

Tableau 26: Liste systématique des espèces végétales inventoriées aux abords du Barrage Foum El Kherza.

Famille	Espèce	Famille	Espèce
Brassicaceae	<i>Moricandia arvensis</i>	Zygophyllaceae	<i>Fagonia latifolia</i>
	<i>Diplostascis harra</i>		<i>Peganum harmala</i>
	<i>Diplostascis acris</i>		<i>Zygophyllum album</i>
	<i>Mathiola sp</i>	Geraniaceae	<i>Erodium arborescens</i>
	<i>Pseuderucaria teretifolia</i>		<i>Erodium glaucophyllum</i>
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium murale</i>	Polygonaceae	<i>Rumex simpliciflorus</i>
	<i>Atriplex halimus</i>		<i>Rumex sp</i>
	<i>Atriplex dimorphostegia</i>	Resedaceae	<i>Reseda decursiva</i>
	<i>Anabasis articulata</i>		<i>Reseda sp</i>
	<i>Haloscylon articulatum</i>		Poaceae
<i>Tamarix gallica</i>	<i>Phragmites communis</i>		
Tamaricaceae	<i>Tamarix articulata</i>	Caryophyllaceae	<i>Herniaria mauritanica</i>
	<i>Tamarix africana</i>	Urticaceae	<i>Forskahlea tenacissima</i>
	<i>Pallenis spinosus</i>	Lamiaceae	<i>Lavandula antineae</i>
Asteraceae	<i>Calendula aegyptiaca</i>	Scrophulariaceae	<i>Verbascum sinuatum</i>
	<i>Launaea angustifolia</i>	Fabaceae	<i>Hedysarum sp</i>
	<i>Chrysanthemum fuscatum</i>	Boraginaceae	<i>Echium trigorhizum</i>
	<i>Xanthium spinosum</i>	Cistaceae	<i>Helianthemum sp</i>
	<i>Xanthium sp</i>	Solanaceae	<i>Datura stramonium</i>

3.2. Discussion

Notre inventaire floristique compte 38 espèces végétales appartenant à 17 familles différentes. Sur l'ensemble de ces espèces nous notons que les familles des *Arteraceae* des *Brassicaceae* et des *Chenopodiaceae*, représentent les plus grands nombres d'espèces. Les *Tamaricaceae* et les *Zygophyllaceae* sont classées en 2^{ème} position avec 3 espèces chacune. Les familles des *Geraniaceae*, des *Polygonaceae* et des *Resedaceae* viennent en 3^{ème} position avec 5,4 % et 2 espèces chacune.

Les autres familles ne sont que faiblement représentées avec une espèce chacune et 2,7 % du total d'espèces (Figure 16).

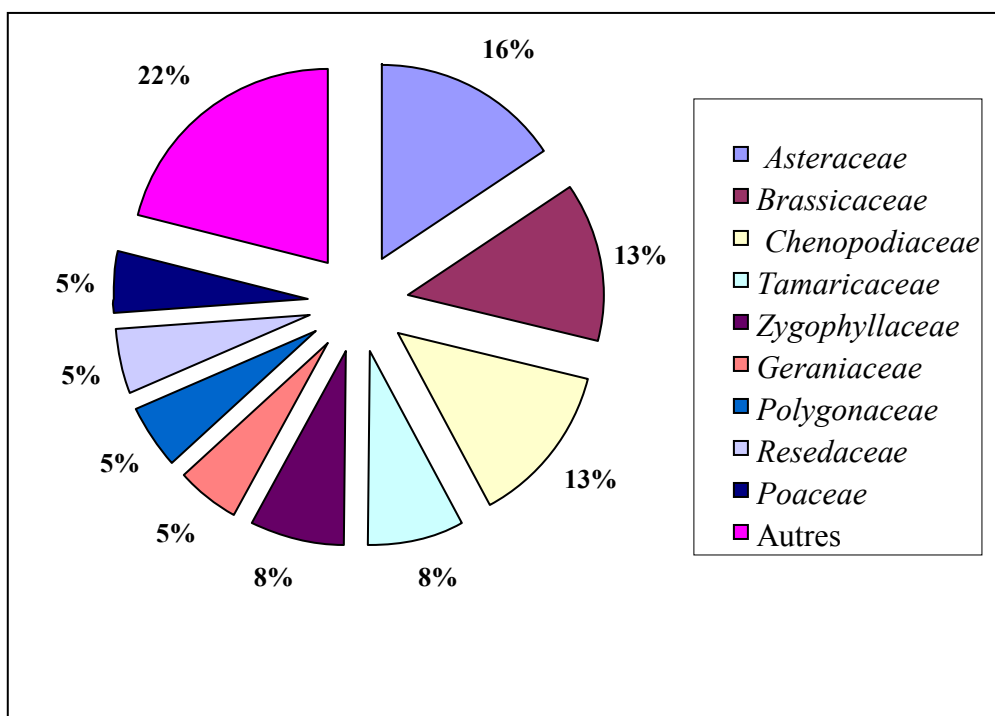


Figure 16 : Pourcentage des espèces végétales recensées en fonction des différentes familles

3.3. Conclusion

Le barrage du Foug El Kherza est caractérisé par une végétation herbacée avec 37 espèces recensées, appartenant à 17 familles différentes.

Les *Asteraceae*, les *Brassicaceae* et les *Chenopodiaceae* sont les familles qui représentent le plus grand nombre d'espèces. Toutefois, le couvert végétal est assez faible et parfois même totalement dénudé.

Cet inventaire montre une dominance des espèces xérophytes et halophytes démontrant l'aspect sec et salé des sols de la région.

4. Approche bioécologique de la faune invertébrée

4.1. Inventaire systématique

4.1.1. Résultats

Au terme de nos prospections aux abords du site, dans les trois stations d'étude, nous avons recensé 119 espèces d'invertébrés. Cet inventaire a été établi au cours de la période s'étendant entre octobre 2007 et juin 2009. Il s'agit des résultats obtenus par l'ensemble des différentes méthodes de capture utilisées à savoir : la chasse à vue, le filet fauchoir, les pièges trappes (Pots Barber) et les pièges colorés.

La liste systématique des espèces recensées a été dressée selon un ordre de classification après la consultation de plusieurs ouvrages et fascicules de systématique : PERRIER (1961, 1963 et 1964), AUBER (1999), BERLAND (1999a et 1999b) et DIERL et RING (2006).

L'identification des échantillons recueillis est poussée jusqu'au genre et même à l'espèce. Le Tableau 27 récapitule ces espèces qui ont été déterminées en majorité par le Dr. SI BACHIR A.

Tableau 27 : Liste systématique globale des espèces d'invertébrés inventoriées dans le Barrage de Foug El Kherza.

Classe	Ordre	Famille	Espèce
Arachnida	<i>Scorpionida</i>	<i>Buthidae</i>	<i>Buthus sp.</i>
	<i>Aranea</i>	<i>Araneidae</i>	<i>Araneus sp.</i>
<i>Araneidae sp.ind.</i>			
Crustacea	<i>Isopoda</i>	<i>Oniscoidae</i>	<i>Armadillidium sp.</i>
Insecta	<i>Odonata</i>	<i>Coenagrionidae</i>	<i>Enallagma sp.</i>
			<i>Aeshna sp.</i>
	<i>Dermoptera</i>	<i>Carcinophoridae</i>	<i>Anisolabis mauritanicus</i>
	<i>Orthoptera</i>	<i>Gryllidae</i>	<i>Gryllus bimaculatus</i>
			<i>Gryllus campestris</i>
			<i>Gryllus sp.</i>
		<i>Acrididae</i>	<i>Sphingonotus rubescens</i>
			<i>Sphingonotus sp.</i>
			<i>Pyrgomorpha cognata</i>
			<i>Pyrgomorpha sp.</i>
	<i>Oedipoda sp.</i>		
	<i>Acrididae sp.ind.</i>		
	<i>Pamphagidae</i>	<i>Pamphagus sp.</i>	
	<i>Heteroptera</i>	<i>Pentatomidae</i>	<i>Dolycoris sp.</i>
			<i>Pentatoma sp.</i>
		<i>Lygaeidae</i>	<i>Lygaeus sp.</i>
		<i>Pyrrhocoridae</i>	<i>Pyrrhocoris sp.</i>
		<i>Berytidae</i>	<i>Berytidae sp.ind.</i>
		<i>Anthocoridae</i>	<i>Anthocorus sp.</i>
	<i>Homoptera</i>	<i>Miridae</i>	<i>Miridae sp.ind.</i>
<i>Cercopidae</i>		<i>Cercopidae sp.ind.</i>	
<i>Jassidae</i>		<i>Jassidae sp.ind.</i>	
<i>Aphididae</i>		<i>Aphis sp.</i>	
	<i>Aphididae sp.ind.</i>		

<i>Insecta</i>	<i>Coleoptera</i>	<i>Cicindelidae</i>	<i>Cicindela flexuosa</i>
		<i>Carabeidae</i>	<i>Carabus morbilosus</i>
			<i>Carabus rutilans*</i>
			<i>Broscus sp.</i>
			<i>Aptinus sp.</i>
			<i>Carabeidae sp.ind.</i>
		<i>Silphidae</i>	<i>Silpha sp.</i>
		<i>Staphylinidae</i>	<i>Staphylinus sp.</i>
			<i>Tachinus sp.</i>
			<i>Staphylinidae sp.ind.</i>
		<i>Trogidae</i>	<i>Trox sp.</i>
		<i>Scarabeidae</i>	<i>Platycerus sp.</i>
			<i>Pleurophorus sp.</i>
			<i>Scarabeidae sp.ind.</i>
		<i>Buprestidae</i>	<i>Julodis sp.</i>
		<i>Cleridae</i>	<i>Clerus sp.</i>
		<i>Coccinellidae</i>	<i>Coccinella septempunctata *</i>
			<i>Halysia duodecimpunctata</i>
			<i>Coccinella sp.</i>
		<i>Dermestidae</i>	<i>Dermestidae sp.ind.</i>
	<i>Scarabeidae</i>	<i>Pleurophorus sp.</i>	
	<i>Tenebrionidae</i>	<i>Pimelia granulata</i>	
		<i>Pimelia sp.</i>	
		<i>Blaps sp.</i>	
		<i>Tentyria sp.</i>	
	<i>Chrysomelidae</i>	<i>Chrysomela sp.</i>	
		<i>Timarcha sp.</i>	
	<i>Curculionidae</i>	<i>Dormius sp.</i>	
	<i>Hydrphilidae</i>	<i>Hydrophilus sp.</i>	
	<i>Bruchidae</i>	<i>Bruchidae sp.ind.</i>	
	<i>Apionidae</i>	<i>Apion sp.</i>	
	<i>Hymenoptera</i>	<i>Braconidae</i>	<i>Bracon sp.</i>
			<i>Braconidae sp.ind.</i>
<i>Tiphidae</i>		<i>Tiphia sp.</i>	
<i>Formicidae</i>		<i>Cataglyphis bicolor *</i>	
		<i>Pheidole pallidula</i>	
		<i>Pheidole sp.</i>	
		<i>Tetramorium biskrensis</i>	
		<i>Monomorium salomonis</i>	
		<i>Monomorium sp.</i>	
<i>Formicidae sp.ind.</i>			
<i>Sphecidae</i>		<i>Ammophila sabulosa</i>	
		<i>Ammophila sp.</i>	
		<i>Sphex sp.</i>	
<i>Apidae</i>	<i>Apis mellifera *</i>		
	<i>Apis sp.</i>		
<i>Apidae</i>	<i>Anthophora sp.</i>		
	<i>Apidae sp.ind.</i>		
<i>Sphecoidae</i>	<i>Tachytes sp.</i>		
<i>Pepsidae</i>	<i>Cryptochilus sp.</i>		

<i>Insecta</i>		<i>Andrenidae</i>	<i>Andrena sp.</i>	
		<i>Bethylidae</i>	<i>Bethylidae sp.ind.</i>	
		<i>Argidae</i>	<i>Argidae sp.ind.</i>	
		<i>Melittidae</i>	<i>Dasyopoda sp.</i>	
		<i>Hymenoptera ind.</i>	<i>Hymenoptera sp.ind.</i>	
	<i>Lepidoptera</i>	<i>Pieridae</i>		<i>Colias sp.</i>
				<i>Pieris rapae</i>
				<i>Pieris sp.</i>
		<i>Nymphalidae</i>		<i>Cynthia sp.</i>
				<i>Vanessa sp.</i>
		<i>Pyralidae</i>		<i>Pyralidae sp.ind.</i>
	<i>Noctuidae</i>		<i>Noctuidae sp.ind.</i>	
	<i>Sphingidae</i>		<i>Sphingidae sp.ind.</i>	
	<i>Diptera</i>	<i>Tipulidae</i>		<i>Tipula sp.</i>
		<i>Culicidae</i>		<i>Culex pipiens</i>
				<i>Culex sp.</i>
				<i>Culicidae sp.ind.</i>
		<i>Chironomidae</i>		<i>Chironomidae sp.ind.</i>
		<i>Cecidomyiidae</i>		<i>Cecidomyiidae sp.ind.</i>
		<i>Sciaridae</i>		<i>Sciaridae sp.ind.</i>
		<i>Bibionidae</i>		<i>Bibio sp.</i>
				<i>Bibionidae sp.ind.</i>
		<i>Phoridae</i>		<i>Phoridae sp.ind.</i>
		<i>Syrphidae</i>		<i>Eristalis aeneus</i>
		<i>Psilidae</i>		<i>Psilidae sp.ind.</i>
		<i>Opomyzidae</i>		<i>Opomyzidae sp.ind.</i>
		<i>Drosophilidae</i>		<i>Drosophila sp.</i>
		<i>Agromyzidae</i>		<i>Agromyzidae sp.ind.</i>
		<i>Tachinidae</i>		<i>Tachinidae sp.ind.</i>
		<i>Calliphoridae</i>		<i>Calliphoridae sp.ind.</i>
		<i>Sarcophagidae</i>		<i>Sarcophaga sp.</i>
<i>Muscidae</i>			<i>Musca domestica</i>	
			<i>Muscidae sp.ind.</i>	
<i>Bombylidae</i>		<i>Bombylidae sp.ind.</i>		
<i>Diptera ind.</i>		<i>Diptera sp.ind.</i>		

* : Espèces protégées par l'arrêté du 17 janvier 1995 complétant la liste des espèces animales non domestiques protégées en Algérie.

4.1.2. Discussions

Les invertébrés rencontrés aux abords du Barrage regroupent un total de 113 espèces appartenant toutes à l'embranchement des Arthropodes. Les Arthropodes englobent 03 classes : celle des Arachnides avec 03 espèces, celle des Crustacés avec une espèce et celle des Insectes avec 109 espèces.

Parmi les espèces entomologiques recensées, nous signalons seulement la présence de deux espèces hyménoptères et deux espèces coléoptères protégées par la réglementation en Algérie. Ces

espèces sont : *Apis mellifera*, *Cataglyphis bicolor*, *Coccinella septempunctata* et *Carabus morbilosus*.

La classe des Insectes représente ainsi le plus grand nombre d'espèces avec 96,5 % de l'ensemble des invertébrés recensés. Ces derniers sont répartis en 09 ordres avec 75 % dont celui des Coléoptères qui est le mieux représenté avec 31 espèces couvrant 17 familles. Les Arachnides sont représentés par 2,6 % et les Crustacés sont faiblement représentés avec seulement 0,9 %.

L'ordre des Coléoptères présente à lui seul plus du quart du total des espèces d'invertébrés inventoriées. Les Coléoptères forment, en effet, l'un des groupes les plus riches en espèces parmi les Insectes. La diversité de leurs formes, de leurs coloris et la facilité de leur récolte les ont fait rechercher par les entomologistes (AUBER, 1999). Cet ordre compte 26 % des espèces d'invertébrés inventoriées. Les Hyménoptères et les Diptères viennent ensuite avec respectivement 20,2 % et 18,5 %. Nous notons que les Diptères est l'ordre le plus riche en familles représentant le quart des familles recensées avec 18 familles différentes, suivis par les Orthoptères et les Lépidoptères avec respectivement 8,8 % et 7,1 % (Fig. 17). La famille la plus riche en espèces est celle des *Formicidae* avec 7 espèces puis vient la famille des *Acrididae* avec 6 espèces.

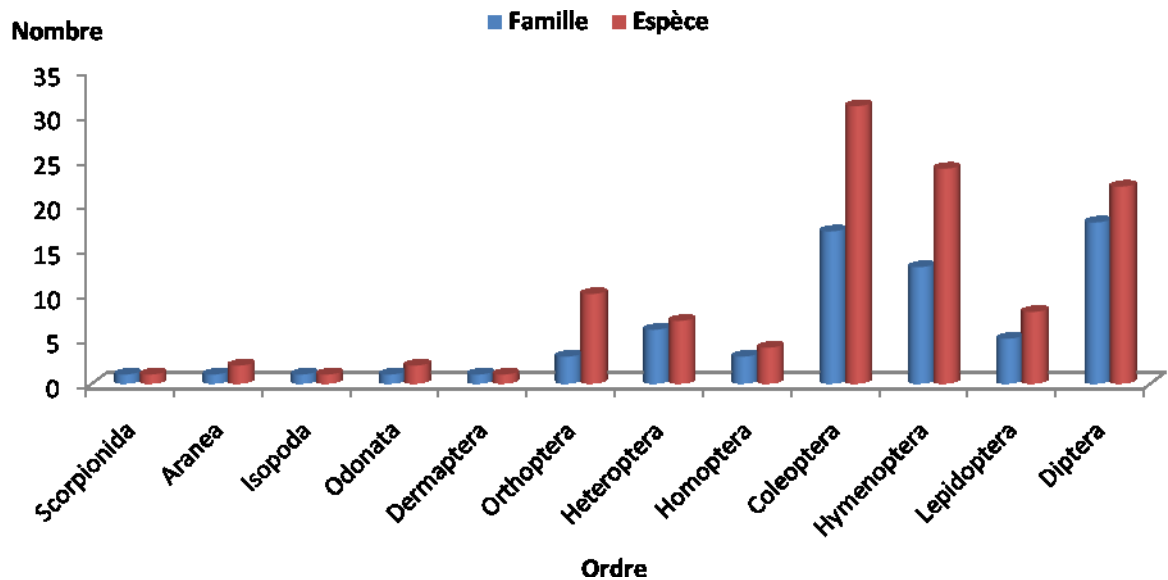


Figure 17: Importance des différents groupes d'invertébrés recensée.

En outre, nous relevons que la composition du peuplement invertébrés renferme un grand nombre d'espèces rattachées au milieu aquatique et humide. C'est notamment le cas des Odonates, et de plusieurs autres espèces de Coléoptères.

Afin d'évaluer l'importance des invertébrés du Barrage de Foug El Kherza, nous avons dressé un tableau comparatif avec ceux signalés dans le Chott de Tincilt (NEDJAH, 1992), dans la mare de Madracen (MELLAL et MESSAOUDI, 2006), dans le Chott Djendli (CHENCHOUNI,

2007) et dans le barrage Koudiet Medaour (HOUADEF et SALEM, 2008) qui se trouvent tous dans la région Sud-Constantinoise avec ceux de notre zone d'étude (Tableau 28).

Tableau 28 : Comparaison du nombre d'espèces de la faune invertébrée du Barrage de Foum El Kherza avec celles de la mare de Madracen, du Chott de Tincilt, Chott Djendli et du barrage de Koudiet Medaour.

Site paramètre	Chott Tincilt	Mare de Madracen	Chott Djendli	Barrage Koudiet Medaour	Barrage Foum El Kherza
Invertébrés	45	60	121	102	113

D'après le tableau ci-dessus, nous constatons l'importance relative des invertébrés dans le Barrage de Foum El Kherza par rapport aux deux autres sites. Ceci serait également en relation avec l'effort de l'échantillonnage.

4.1.3. Conclusion

Les invertébrés rencontrés aux abords du Barrage regroupent un total de 113 espèces appartenant toutes à l'embranchement des Arthropodes.

La classe des insectes est la mieux représentée dans notre zone d'étude avec 109 espèces et les ordres des Coléoptères et des Hyménoptères prédominent.

La présence des espèces protégées en Algérie mérite une attention particulière, notamment pour la préservation des espèces utiles et l'orientation des recherches sur les espèces considérées rares ou menacées.

4.2. Structure et organisation des peuplements d'invertébrés

4.2.1. Abondance et constance

4.2.1.1. Résultats

Afin de donner un aperçu sur l'importance numérique des différents taxons d'invertébrés recensés, nous avons opté à calculer les fréquences d'abondance en pourcentages pour les divers ordres (Tableau 29). Nous avons également calculé les fréquences d'occurrence des différentes espèces inventoriées au cours des 6 prélèvements réalisés. Les résultats ainsi obtenus sont énumérés dans le Tableau 30.

Tableau 29 : Effectifs totaux (N) et fréquences relatives (F %) des différents ordres d'invertébrés recensés.

Ordre	Mois		Octobre		Novembre		Décembre		Février		Avril		Juin		Total
	N	F%	N	F%	N	F%	N	F%	N	F%	N	F%			
<i>Aranea</i>	8	3,6	11	8,5	16	13,8	12	16,2	12	4,3	26	9,3	85		
<i>Isopoda</i>	2	0,9	3	2,3	1	0,9	1	1,3	1	0,4	2	0,7	10		
<i>Odonata</i>	1	0,4	1	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	2		
<i>Dermaptera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	3,2	9		
<i>Orthoptera</i>	3	1,3	4	3,1	0	0	3	4	0	0	12	4,3	22		
<i>Heteroptera</i>	1	0,4	0	0	0	0	0	0	3	1,1	6	2,1	10		
<i>Homoptera</i>	19	8,6	4	3,1	9	7,7	2	2,7	23	8,3	10	3,6	67		
<i>Coleoptera</i>	14	6,3	1	0,8	10	8,6	6	8,1	17	6,1	16	5,7	64		
<i>Hymenoptera</i>	120	54,3	61	47,3	48	41,4	15	20,3	117	42,1	191	68,2	552		
<i>Lepidoptera</i>	1	0,4	1	0,8	0	0	3	4	5	1,8	2	0,7	12		
<i>Diptera</i>	52	23,5	43	33,3	32	27,6	32	43,2	100	36	6	2,1	265		
Total	221	100	129	100	116	100	74	100	278	100	280	100	1098		

Tableau 30: Fréquence d'occurrence (C %) et échelle de constance des espèces d'invertébrés recensés (Ec).

Mois	Oct.	Nov.	Déc.	Fév.	Avr.	Jun.	C%	Ec
<i>Araneus sp.</i>	-	+	+	+	-	+	66,6	C
<i>Araneidae sp.ind.</i>	+	+	+	+	+	+	100	C
<i>Armadillidium sp.</i>	+	+	+	+	+	+	100	C
<i>Ennalagma sp.</i>	+	+	+	-	-	-	50	C
<i>Anisolabis mauritanicus</i>	-	-	-	-	-	+	16,6	Ac
<i>Gryllus bimaculatus</i>	-	-	-	-	-	+	16,6	Ac
<i>Gryllus campestris</i>	-	-	-	+	-	-	16,6	Ac
<i>Gryllus sp.</i>	+	+	-	+	-	+	66,6	C
<i>Sphingonotus rubescens</i>	-	-	-	-	-	+	16,6	Ac
<i>Pyrgomorpha cognata</i>	-	-	-	-	-	+	16,6	Ac
<i>Oedipoda sp.</i>	-	-	-	-	-	+	16,6	Ac
<i>Acrididae sp.ind.</i>	-	-	-	-	-	+	16,6	Ac
<i>Dolycoris sp.</i>	-	-	-	-	+	-	16,6	Ac
<i>Pentatoma sp.</i>	-	-	-	-	-	+	16,6	Ac
<i>Lygaeus sp.</i>	-	-	-	-	-	+	16,6	Ac
<i>Berytidae sp.ind.</i>	+	-	-	-	-	-	16,6	Ac
<i>Anthocorus sp.</i>	-	-	-	-	+	-	16,6	Ac
<i>Miridae sp.ind.</i>	-	-	-	-	+	+	33,3	A
<i>Cercopidae sp.ind.</i>	+	-	+	-	-	-	33,3	A
<i>Jassidae sp.ind.</i>	+	+	-	-	+	+	66,6	C
<i>Aphis sp.</i>	+	-	+	-	+	-	50	C
<i>Aphididae sp.ind.</i>	+	-	+	+	-	-	50	C
<i>Cicindela flexuosa</i>	-	-	-	-	-	+	16,6	Ac

<i>Aptinus sp.</i>	-	-	-	-	-	+	16,6	Ac
<i>Carabeidae sp.ind.</i>	-	-	-	-	-	+	16,6	Ac
<i>Silpha sp.</i>	-	-	-	-	+	-	16,6	Ac
<i>Staphylinus sp.</i>	-	-	-	-	+	-	16,6	Ac
<i>Tachinus sp.</i>	-	-	-	+	-	-	16,6	Ac
<i>Staphylinidae sp.ind.</i>	+	-	+	-	+	+	66,6	C
<i>Trox sp.</i>	+	+	-	-	-	-	33,3	A
<i>Platycerus sp.</i>	+	-	-	-	-	-	16,6	Ac
<i>Scarabeidae sp.ind.</i>	-	-	-	-	+	-	16,6	Ac
<i>Julodis sp.</i>	-	-	-	-	+	-	16,6	Ac
<i>Clerus sp.</i>	-	-	-	-	+	-	16,6	Ac
<i>Coccinella septem punctata</i>	+	-	-	+	+	-	50	C
<i>Halysia duodecim septem</i>	+	-	-	-	-	-	16,6	Ac
<i>Coccinella sp.</i>	-	-	-	-	+	-	16,6	Ac
<i>Dermestidae sp.ind.</i>	+	-	-	-	-	-	16,6	Ac
<i>Pleurophorus sp.</i>	-	-	-	+	-	+	33,3	A
<i>Pimelia sp.</i>	-	-	-	-	+	+	33,3	A
<i>Tentyria sp.</i>	-	-	-	-	-	+	16,6	Ac
<i>Dormius sp.</i>	+	-	+	+	-	+	66,6	C
<i>Hydrophilus sp.</i>	-	-	-	-	+	-	16,6	Ac
<i>Bruchidae sp.ind.</i>	+	-	+	-	+	-	50	C
<i>Apion sp.</i>	-	-	-	+	-	-	16,6	Ac
<i>Bracon sp.</i>	+	-	-	-	-	-	16,6	Ac
<i>Braconidae sp.ind.</i>	+	-	-	-	-	-	16,6	Ac
<i>Tiphia sp.</i>		-	-	-	-	+	16,6	Ac
<i>Cataglyphis bicolor</i>	+	-	-	-	+	+	50	C
<i>Pheidole pallidula</i>	+	-	-	+	+	+	66,6	C
<i>Pheidole sp.</i>	-	-	-	-	+	-	16,6	Ac
<i>Tetramorium biskrensis</i>	+	+	+	+	-	+	66,6	C
<i>Monomorium salomonis</i>	+	+	+	+	+	+	100	C
<i>Monomorium sp.</i>	+	+	+	-	+	-	66,6	C
<i>Ammophila sabulosa</i>	-	-	-	-	+	-	16,6	Ac
<i>Ammophila sp.</i>	+	-	-	-	-	-	16,6	Ac
<i>Sphex sp.</i>	-	-	-	-	+	-	16,6	Ac
<i>Apis mellifera</i>	-	-	-	+	-	-	16,6	Ac
<i>Apis sp.</i>	-	-	-	-	+	-	16,6	Ac
<i>Anthophora sp.</i>	-	-	-	-	-	+	16,6	Ac
<i>Apidae sp.ind.</i>	+	-	-	+	+	+	66,6	C
<i>Tachytes sp.</i>	-	-	-	-	-	+	16,6	Ac
<i>Cryptochilus sp.</i>	+	-	-	-	-	-	16,6	Ac
<i>Andrena sp.</i>	+	-	-	-	-	-	16,6	Ac
<i>Bethylidae sp.ind.</i>	-	-	-	-	-	+	16,6	Ac
<i>Argidae sp.ind.</i>	-	-	-	-	+	-	16,6	Ac

<i>Dasypoda sp.</i>	-	-	-	-	-	+	16,6	Ac
<i>Hymenoptera sp.ind.</i>	-	-	+	+	-	+	50	C
<i>Colias sp.</i>	-	-	-	+	-	-	16,6	Ac
<i>Pyrilidae sp.ind.</i>	+	-	-	-	+	+	50	C
<i>Noctuidae sp.ind.</i>	-	+	-	+	+	-	50	C
<i>Sphingidae sp.ind.</i>	-	-	-	-	+	-	16,6	Ac
<i>Tipula sp.</i>	+	-	-	-	-	-	16,6	Ac
<i>Culex pipiens</i>	+	-	-	-	+	-	33,3	A
<i>Culex sp.</i>	-	+	+	-	+	-	50	C
<i>Cuicidae sp.ind.</i>	-	+	-	+	-	+	50	C
<i>Chironomidae sp.ind.</i>	-	+	-	-	-	-	16,6	Ac
<i>Cecidomyiidae sp.ind.</i>	-	+	-	+	-	-	33,3	A
<i>Sciaridae sp.ind.</i>	-	-	+	-	-	-	16,6	Ac
<i>Bibio sp.</i>	+	+	-	+	+	-	66,6	C
<i>Bibionidae sp.ind.</i>	+	-	-	-	-	+	33,3	A
<i>Phoridae sp.ind.</i>	-	+	+	-	-	-	33,3	A
<i>Eristalis cœneus</i>	+	-	-	-	-	-	16,6	Ac
<i>Psilidae sp.ind.</i>	-	+	-	+	-	-	33,3	A
<i>Opomyzidae sp.ind.</i>	+	-	-	-	-	-	16,6	Ac
<i>Drosophila sp.</i>	-	-	+	-	-	-	16,6	Ac
<i>Agromyzidae sp.ind.</i>	-	-	+	-	-	-	16,6	Ac
<i>Tachinidae sp.ind.</i>	+	+	+	+	+	+	100	C
<i>Calliphoridae sp.ind.</i>	+	+	-	+	-	-	50	C
<i>Sarcophaga sp.</i>	+	-	-	-	+	-	33,3	A
<i>Musca domestica</i>	+	-	-	-	-	-	16,6	Ac
<i>Muscida sp.ind.</i>	+	+	+	+	-	-	66,6	C
<i>Bombylidae sp.ind.</i>	+	-	-	-	+	-	33,3	A
<i>Diptera sp.ind.</i>	+	+	+	+	-	-	66,6	C

(C % : Constance d'occurrence, Ec : Echelle de constance, C : Constante, A : Accessoire, Ac : Accidentelle, + : Présence de l'espèce, - : Absence de l'espèce).

4.2.1.2. Discussions

En termes de nombre total d'individus capturés au cours de la période d'étude, la classe des insectes domine largement les classes des Arachnides et des Crustacés. Elle englobe 1003 individus soit 91,3 % de l'ensemble des invertébrés capturés, contre respectivement 85 individus (7,7 %) pour les Arachnides et seulement 10 individus (0,9 %) pour la classe des Crustacés.

Les Hyménoptères et les Diptères dominent largement l'ensemble des autres ordres. Ils sont représentés respectivement par 552 et 265 individus soit 50,3 % et 24,1 % de la totalité des invertébrés capturés (Tableau 30).

Parmi les Insectes recensés, les Hyménoptères sont les plus abondants pendant tous les mois sauf le mois de février où les Diptères dominent (Fig. 18).

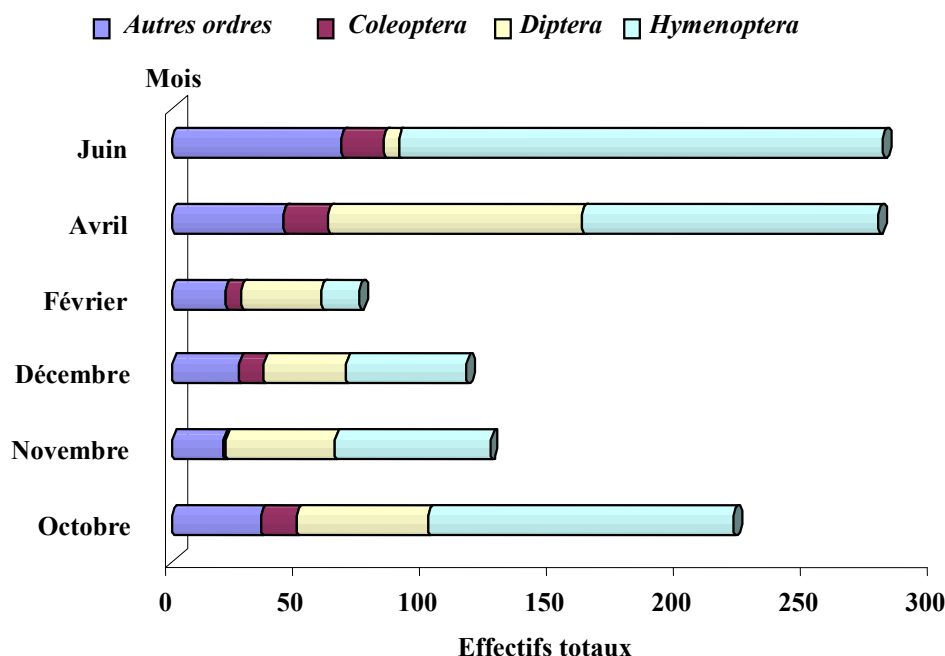


Figure 18 : Effectifs totaux des invertébrés inventoriés par ordre, regroupés par mois d'études

La fréquence d'occurrence des espèces capturées varie de 16,6 % jusqu'à 100%. Sur l'ensemble des insectes recensés, 28 espèces sont considérées constantes avec 29,8 % du total des insectes, l'ordre des Hyménoptères et des Diptères englobent chacun le quart des espèces constantes avec 7 espèces pour chacun. *Armadilidium sp*, *Ennalagma sp*, *Apion sp*, *Monomorium salomonis* et *Thachinidae sp.ind*, représentent le groupe d'invertébrés omniprésentes avec une fréquence d'apparition de 100 %.

Sur l'ensemble des espèces constantes, deux espèces sont protégées en Algérie, il s'agit de : *Cataglyphis Bicolor* et *Coccinella septempunctata* avec 50 % de fréquence d'occurrence chacune.

Le groupe des espèces accessoires figure avec 12 espèces soit 12,8 % des espèces recensées, représentées principalement par l'ordre des Diptères avec 7 espèces soit plus de la moitié du groupe (58,3 %) (Tableau 31).

La fréquence d'occurrence des autres espèces accidentelles avec 16,6 % représente plus de la moitié des espèces d'invertébrées recensées avec 54 espèces soit 57,4 %.

L'abondance des Hyménoptères peut s'expliquer par le fait que plusieurs Hyménoptères vivent exclusivement en sociétés organisées regroupant une masse d'individus occupant des biotopes définis, c'est le cas des Formicidés et des Apidés.

Pour leur variation dans le temps, les insectes ainsi que d'autres invertébrés susceptibles d'être exposés à une phase de gel ou de chaleurs excessives au cours de leur cycle vital subissant des arrêts de développement ou d'activité pendant ces périodes défavorables (RAMADE, 2003). Dans

notre étude, il apparaît que les effectifs des différents groupes augmentent pendant la période qui coïncide avec le mois d'octobre, avril et juin. Par contre, nous constatons une diminution générale des effectifs en novembre, décembre et février.

Tableau 31 : Nombre d'espèces et proportions des différentes ordres d'invertébrés.

	Espèces constantes		Espèces accessoires		Espèces accidentelles	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
<i>Aranea</i>	2	7,4	0	0	0	0
<i>Isopoda</i>	1	3,6	0	0	0	0
<i>Odonata</i>	1	3,6	0	0	0	0
<i>Dermaptera</i>	0	0	0	0	1	1,8
<i>Orthoptera</i>	1	3,6	0	0	6	11,1
<i>Heteroptera</i>	0	0	1	8,3	5	9,2
<i>Homoptera</i>	3	10,7	1	8,3	0	0
<i>Coleoptera</i>	4	14,3	3	25	16	28,6
<i>Hymenoptera</i>	7	25	0	0	16	29,6
<i>Lepidoptera</i>	2	7,4	0	0	2	3,7
<i>Diptera</i>	7	25	7	58,3	8	14,8
Total	28	29,8	12	12,8	54	57,4

4.2.1.3. Conclusion

Les fréquences d'abondance dépassant la moitié pour les Hyménoptères et le quart pour les Diptères par rapport à l'ensemble des individus capturés.

Les fluctuations des effectifs des invertébrés au cours des mois de prélèvement seraient dues aux variations des conditions climatiques, les températures en particulier.

La fréquence d'occurrence des espèces capturées varie de 16,6 % jusqu'à 100% avec 28 espèces considérées constantes, 12 espèces accessoires et la moitié des espèces appartenant au groupe des espèces accidentelles. Sur l'ensemble des espèces constantes, deux espèces sont protégées en Algérie, il s'agit de : *Cataglyphis Bicolor* et *Coccinella septempunctata*.

4.2.2. Evolution spatio-temporelle

4.2.2.1. Résultats

Pour présenter la structure et l'organisation de la faune invertébrée inventoriée, nous avons opté pour l'étude de leur répartition à la fois stationnelle et en fonction du temps. Les résultats ainsi obtenus sont reportés dans le tableau ci-dessous (Fig. 19).

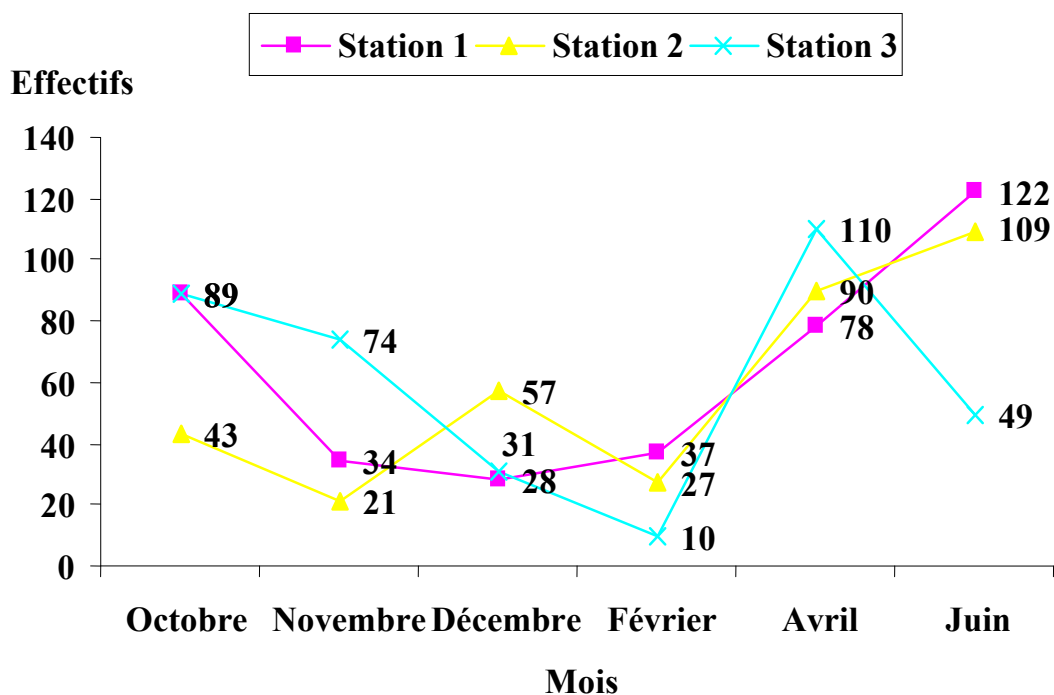


Figure 19 : Effectifs des invertébrés inventoriés par station, regroupés par mois des sorties.

4.2.2.2. Discussions

• Discussion concernant la répartition stationnelle

A l'échelle stationnelle, la station 1 regroupe le plus grand nombre d'individus capturés, elle totalise 388 individus. Elle est suivie par la station 3 avec 363 individus. Alors que les effectifs des invertébrés capturés à la station 2 sont 347 individus. La variation des effectifs d'une station à une autre est relativement faible avec des pourcentages variant de 31 % pour la station 2, 33,1 % pour la station 3 et 35 % pour la station 1 (Fig. 20).

La richesse relative en effectifs notée dans la station 1 pourrait s'expliquer principalement par la diversité du couvert végétal qui offre alimentation et refuge à une importante variété d'espèces. En outre, l'anthropisation que subissent les stations 2 et 3, notamment par la présence du cheptel, des conditions favorables pour le bon développement des invertébrés en particulier des espèces Coléoptères et saprophages.

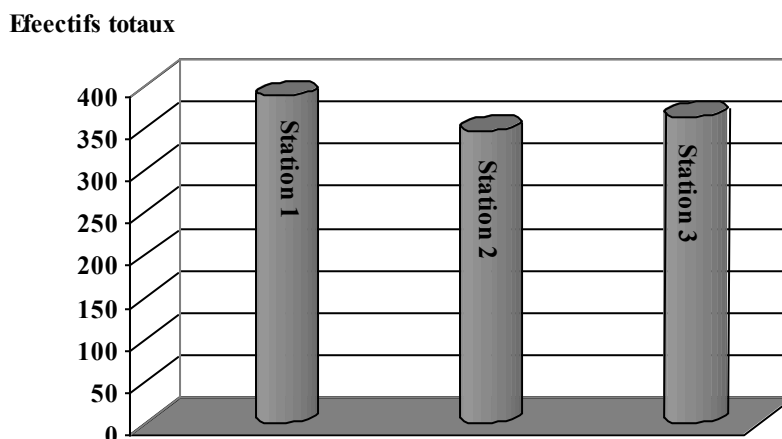


Figure 20 : Effectifs totaux des invertébrés recensés suivant les différentes stations.

- **Discussions concernant la répartition en fonction du temps**

Nous distinguons une fluctuation dans les effectifs des invertébrés au cours des mois de prélèvement. Cette variation serait due aux variations des conditions climatiques; en particulier les températures.

Le mois de juin, avril et octobre comptent le nombre le plus élevé en invertébrées. En hiver représenté par le mois de décembre et février, nous avons capturé respectivement 116 et 74 individus d'invertébrés soit 10 et 6,7 % (Fig. 21).

Ces conditions deviennent défavorables en hiver où nous assistons à une diminution générale des effectifs. En effet, la région d'étude a reçu des précipitations importantes et exceptionnelles au cours de cette période, ce qui aurait favorisé l'émergence de plusieurs espèces en particulier celles appartenant à l'ordre des Hyménoptères qui représente l'effectif le plus élevé au mois de juin et au mois d'avril.

Selon RAMADE (2003), les facteurs climatiques peuvent jouer un rôle primordial dans les fluctuations d'abondance de nombreuses espèces d'invertébrés terrestres, insectes en particulier. En effet la température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (RAMADE, 2003).

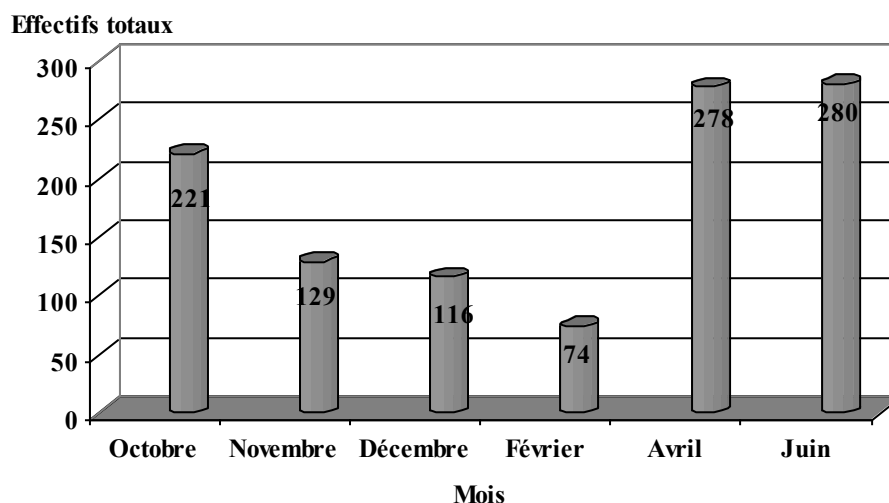


Figure 21: Effectifs totaux des invertébrés recensés selon les mois des prélèvements.

4.2.2.3. Conclusion

Les variations d'effectifs sont observées en fonction de l'espace ou du temps. Sur l'ensemble des stations, la station 1 renferme le nombre le plus élevé des individus capturés.

La prédominance des invertébrés dans la station 1 s'expliquerait par les conditions écologiques favorables ainsi que par la variété des ressources alimentaires qui y règnent et la fréquentation par les riverains.

Par ailleurs, la répartition des invertébrés recensés en fonction du temps montre que c'est les mois de octobre, d'avril et de juin qui représentent les effectifs les plus élevés. Nous pensons que la région a reçu des pluies automnales aurait favorisé l'activité et la pullulation de certaines d'espèces.

4.2.3. Similitude spatio-temporelle des peuplements étudiés

4.2.3.1. Résultats

En se basant sur la présence ou l'absence des espèces, nous avons comparé à l'aide du calcul de l'indice de similitude de SORESEN la composition des peuplements d'invertébrés des stations explorées prises deux à deux (Tableau 32) et aussi suivant les dates de sorties (Tableau 33). Cet indice est obtenu à partir des espèces communes entre les relevés pris deux à deux.

Tableau 32: Indice de similitude de SORESEN des trois stations échantillonnées prises deux à deux.

Station N°	1	2	3
3	56,3	55,2	100
2	55,3	100	
1	100		

Tableau 33: Indice de similitude de SORENSEN pour les huit sorties d'étude prises deux à deux.

Mois	Oct. 2008	Nov. 2008	Déc. 2008	Fév. 2009	Avr. 2009	Jun. 2009
Jun. 2009	32,9	30,5	30,5	40,6	32,4	100
Avr. 2009	45,6	30,5	30,5	28,1	100	
Fév. 2009	43,5	61,2	44,9	100		
Déc. 2008	46,9	54,5	100			
Nov. 2008	43,7	100				
Oct. 2008	100					

4.2.3.2. Discussions

• Similitude entre les stations

Dans tous les cas de figure, les valeurs de l'indice de SORENSEN sont supérieures à 50 %. Elles varient entre 55,2 et 56,3 % dénotant d'une importante similitude entre les stations. La similitude entre ces stations prises deux à deux s'expliquerait par le fait qu'elles offrent généralement les mêmes conditions écologiques à la faune invertébrée, notamment par la composition du couvert végétal et les propriétés physicochimiques du sol, où elles se développent.

• Similitude entre les mois

L'analyse de la matrice de similitude du tableau 33 nous permet de constater la différence entre tous les mois des sorties. Les valeurs de l'indice de SORENSEN varient entre 28,1 et 61,2 %. Ce dernier pourcentage est le taux de ressemblance le plus élevé noté pour la composition entre les mois de février et de novembre. La valeur la plus faible (28 %) est signalée entre la composition du peuplement d'invertébrés du mois de février et d'avril. Les valeurs de l'indice de SORENSEN montre la différence existante entre la composition du peuplement d'invertébrés selon les fluctuations climatiques (température, humidité,...) dans le temps qui favorisent la présence ou l'absence des espèces.

4.2.3.3. Conclusion

Les trois stations se rapprochent par leur composition en espèces, elles présentent des valeurs d'indices de similitude dépassant 50%. La composition des invertébrés diffère d'un mois à un autre. Le nombre des espèces communes entre les relevés pris deux à deux est inférieur à 50 %. Le maximum de ressemblance est noté entre les mois de novembre et de février et entre les mois de novembre et de décembre.

4.3. Diversité et Equirépartition

4.3.1. Résultats

Afin d'évaluer la composition du peuplement d'invertébrés étudié, nous avons calculé la richesse spécifique totale et moyenne, une fois, pour les trois stations et pour les six mois d'étude. Nous avons également calculé l'indice de diversité de SHANNON et celui de l'Équitabilité (Tableau 34) pour les stations (Tableau 35) et pour les mois d'étude.

Tableau 34: Richesse totale (S), richesse moyenne (S_m), indice de diversité de SHANNON (H') et Equirépartition (E) des peuplements d'invertébrés suivant les trois stations d'étude.

Paramètre \ Station	Station 1	Station 2	Station 3
S	55	57	48
S_m	17,6	16,2	15,5
H' (bits)	4,3	4,5	4,1
H'_{max} (bits)	5,7	4,5	4,1
E (%)	75,4	77,6	73,2

Tableau 35: Richesse totale (S), Richesse moyenne (S_m), indice de diversité de SHANNON (H') et équirépartition (E) des peuplements d'invertébrés selon les mois.

Paramètre \ Date	Oct. 2008	Nov. 2008	Déc. 2008	Fév. 2009	Avr. 2009	Jun. 2009
S	42	22	22	27	37	37
S_m	20	10,6	11	12,3	21,6	23
H' (bits)	4,2	3,7	4	3,9	3,8	3,3
H'_{max} (bits)	5,4	4,4	4,4	4,7	5,2	5,2
E (%)	77,7	84,1	90,9	82,9	73	63,5

4.3.2. Discussions

4.3.2.1. Diversité stationnelle

La plus grande valeur de la richesse totale est notée dans la station 2 avec 57 espèces. Elle est égale à 55 espèces dans la station 1 et à 48 espèces dans la station 3. Par ailleurs, les valeurs de la richesse moyenne sont très voisines avec 15 espèces (station 3), 16 espèces (station 2) et 17 espèces (station 1) (Tableau 34).

Les indices de diversité calculés pour les différentes stations sont assez similaires, elles varient entre 4,1 et 4,5 bits. La faune invertébrée de la station 2 est relativement plus diversifiée. La valeur la plus faible est enregistrée au niveau de la station 3 avec 4,1bits (Fig. 29).

Les valeurs de l'indice d'équitabilité varient entre 73,2 et 77,6%, elles tendent donc vers 100 % et indiquent un certain équilibre entre les effectifs des populations d'invertébrés échantillonnées (Tableau 34).

La variation des valeurs de l'équitabilité correspond grossièrement à celles de la diversité. La plus grande valeur de l'équitabilité est enregistrée dans les stations 2 avec 77,6 %. La station 3 est relativement la moins équilibrée puisqu'elle présente la plus faible valeur avec 73,2 % (Tableau 34).

Le peuplement des invertébrés des trois stations a donc une structure riche tant en espèces aussi qu'en individus, diversifié et stable variant sensiblement d'une station à une autre notamment dans celles possédant un recouvrement végétal important, une richesse floristique élevée. Dans notre cas, c'est la station 2 que héberge le peuplement d'invertébrés le plus stable en présentant les valeurs les plus importantes de richesse spécifique et de diversité.

4.3.2.2. Répartition en fonction du temps

Les valeurs extrêmes de la richesse spécifique ont été notées en octobre (42 espèces) et en novembre et décembre (22 espèces).

Le mois de juin possède les plus grandes valeurs de richesses moyenne avec 23 espèces, suivi du mois d'avril et octobre avec respectivement 21 et 20 espèces. Les mois de novembre, décembre et février révèlent des richesses moyenne faibles avec respectivement 10, 11 et 12 espèces (Tableau 35).

En termes d'organisation, l'indice de Shannon est plus élevé en octobre (4,2 bit) et plus faible en juin (3,3 bit). L'équitabilité, quant à elle, fluctue entre 90 % (décembre) et 63 % (juin) (Tableau 35). Cependant, pour l'ensemble des mois nous constatons une diversité élevée, avec un équilibre de structuration et d'organisation des peuplements changeant en fonction des mois.

Le peuplement d'invertébrés recensé en juin, bien qu'il est riche en espèces et en effectifs, est le moins équilibré (63 %) du fait de la prédominance des populations de fourmis, en particulier l'espèce de *Tetramorium biskrensis* représentant 45 % d'effectifs totaux capturés.

De nombreuses espèces d'invertébrés présentent plusieurs génération par an, leur nombre varie en fonction des conditions climatiques locales, quand la température diminue, le développement se ralentit voire s'arrête et repart quand celle-ci augmente (RAMADE, 2003).

4.3.3. Conclusion

Les plus fortes valeurs de richesse spécifique, des indices de diversité de Shannon et d'équitabilité sont obtenues dans la station 2. Globalement, le peuplement d'invertébrés est équilibré dans toutes les stations d'étude.

La plus grande valeur de l'indice de diversité est notée au cours des mois de octobre et de février. De ce fait, le peuplement d'invertébrés du barrage est plus diversifié pendant la période automnale et printanière.

Les stations qui présentent une richesse floristique élevée et un degré d'anthropisation (pâturage) faible tendent à être les plus riches et plus équilibrées.

5. Approche bioécologique de la faune vertébrée

La faune vertébrée recensée sur les abords du Barrage de Fom El Kherza est composée de 55 espèces réparties en 34 familles, 19 ordres et 5 classes différentes : les poissons, les amphibiens, les Reptiles, les Oiseaux et les Mammifères (Fig. 22).

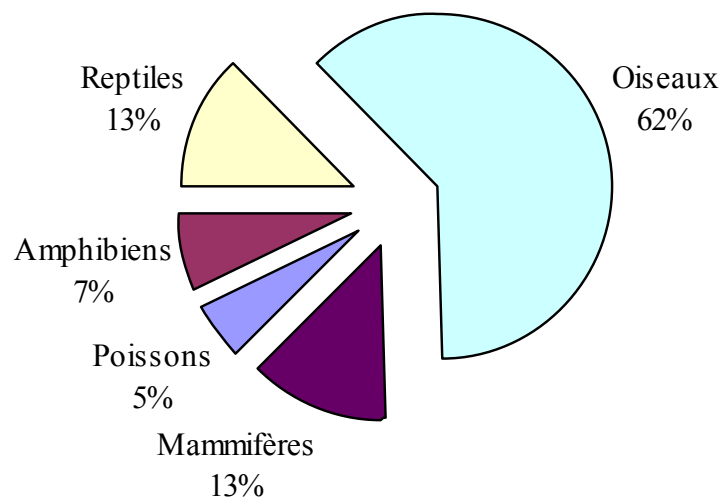


Figure 22 : Pourcentages des espèces de vertébrées recensés en fonction des différentes classes.

5.1. Poissons

5.1.1. Résultats

Les espèces de poisson identifiées sont répertoriées dans le Tableau 36 qui représente l'inventaire systématique selon l'ordre établi par NELSON (1994) (Tableau 36)

Tableau 36 : Liste systématique des poissons recensés dans le Barrage de Foum El Kherza.

Classe	Ordre	Famille	Espèce	Nom commun
Poissons	Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Carpe prussienne
			<i>Carassius gibelio</i>	Carpe argentée
			<i>Barbus setiviensis</i>	Barbeau

5.1.2. Discussion

Nous avons recensé trois espèces de poissons appartenant toutes à l'ordre des *Cypriniformes* et recouvrant la même famille des *Cyprinidae*. Ces poissons caractérisent les eaux douces et font l'objet d'élevage en pisciculture intensive dans les lacs facilitée par un important taux de reproduction et une grande résistance physique. En effet, le barrage a subi des opérations de pisciculture en 2004 et 2006, notamment par des lâchés d'une espèce introduite qui est la carpe argentée. Seul le *Barbus setiviensis* est une espèce native alors que les carpes se développent dans le barrage sont des espèces exotiques.

5.1.3. Conclusion

Notre inventaire a révélé la présence de trois espèces de poissons appartenant à la même famille caractérisant les eaux douce, une espèce parmi eux fait l'objet d'une pisciculture réussie après quatre ans d'élevage dont elle reflète une qualité biologique plus ou moins favorable surtout pour le développement des espèces introduites. Le *Barbus setiviensis* est une espèce native qui mérite une attention particulière

5.2. Amphibiens et Reptiles

5.1.1. Résultats

Les espèces d'amphibiens et de reptiles recensées sont répertoriées dans le tableau 37 qui représente l'inventaire systématique selon l'ordre systématique et le statut trophiques établis par CIHAR et CEPICKA (1979) (Tableau 37).

Tableau 37: Liste systématique des Amphibiens et des Reptiles recensés dans le Barrage de Foug El Kherza.

Classe	Ordre	Famille	Espèce	Nom commun	Type d'inventaire	Catégorie trophique
<i>Amphibia</i>	<i>Anoura</i>	<i>Bufo</i>	<i>Bufo bufo</i>	Crapaud commun	Observation	CI
			<i>Bufo mauritanicus</i>	Crapaud de Maurétanie	Observation	CI
		<i>Discoglossidae</i>	<i>Discoglossus pictus</i>	Discoglosse peint	Observation	CI
		<i>Ranidae</i>	<i>Rana esculenta</i>	Grenouille verte	Observation	CI
<i>Reptilia</i>	<i>Squamata</i>	<i>Lacertidae</i>	<i>Lacerta muralis</i>	Lézard des murailles	Observation	CI
			<i>Lacerta sp.</i>	Lézard ind.	Observation	CI
		<i>Varanidae</i>	<i>Varanus griseus</i> *	Varan du désert	Enquête	C
		<i>Agamidae</i>	<i>Uromatrix acanthinurus</i> *	Fouette queue	Enquête	(H)
	<i>Ophidia</i>	<i>Elapidae</i>	<i>Naja haje</i>	Cobra de l'Afrique du nord	Enquête	C
		<i>Viperidae</i>	<i>Cerastes sp.</i>	Vipère ind.	Enquête	C
		<i>Colubridae</i>	<i>Coluber sp.</i>	Couleuvre ind.	Observation	C

(CI : consommatrices d'invertébrés, C : Carnivore, (H): principalement Herbivore * : Espèces protégées par le décret N 83-509 du 20 août 1983 relative aux espèces animales non domestiques protégées en Algérie et la loi N 06-14 du 14 novembre 2006 portant approbation de l'ordonnance N 06-05 du 15 juillet 2006 relative à la protection et à la préservation de certaines espèces animales menacées de disparition).

5.2.2. Discussions

Nous avons recensé 11 espèces d'amphibiens et de reptiles appartenant à 3 ordres, recouvrant 9 familles et 9 genres différents ont été recensés.

Les amphibiens sont représentés par l'ordre des Anoures qui comprend trois familles différentes (Fig. 23). Les reptiles renferment deux ordres les Squamates et les Ophidiens avec trois familles chacun (Fig. 23).

Tous les amphibiens recensés sont des consommateurs d'invertébrés ainsi que la famille des *Lacertidés*, les autres familles sont des carnivores représentés par 4 espèces. Les herbivores ne sont représentés que par la Fouette queue.

Parmi les espèces recensées, 02 espèces sont protégées en Algérie, ce sont : le Fouette queue et le Varan du désert.

5.2.3. Conclusion

L'inventaire des amphibiens et des reptiles du barrage de Foug El Kherza a révélé l'existence de 11 espèces réparties sur 3 ordres et 9 familles différentes, 02 sont protégées en Algérie.

Pour une approche qualitative et quantitative de la faune des reptiles, la mise en place des



Photo A : *Rana esculenta*.

Photo B : *Lacerta sp.*

Figure 23 : Photos représentent deux espèces d'amphibiens et de reptiles observées dans le barrage de Foug El Kherza.

5.3. Oiseaux

5.3.1. Inventaire systématique

5.3.1.1. Résultats

L'inventaire que nous présentons ci-dessous comprend les oiseaux d'eau et les autres espèces aviennes observées à proximité de la région d'étude. Ces résultats sont obtenus grâce aux observations personnelles effectuées durant la période allant de décembre 2008 à juin 2009 et aux recensements hivernaux des oiseaux d'eau de la période allant de 1998 à 2009. Nous présentons dans le Tableau 28 la liste systématique des oiseaux suivant l'ordre établi par DARLEY (1985) et HEINZEL et *al.* (1992). Cette liste comprend également la dénomination en français et en anglais des espèces aviennes d'après ETCHECOPAR et HUE (1964) (Tableau 38).

Tableau 38 : Dénomination et systématique des espèces aviaires recensés dans le Barrage de Foum El Kherza (*: Espèces non observées personnellement).

Ordre	Famille	Espèce	Noms français
Podicipediformes	<i>Podicipedidae</i>	<i>Podiceps cristatus</i>	Grèbe huppé
Podicipediformes	<i>Podicipedidae</i>	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Grèbe castagneux
Pélécaniformes	<i>Phalacrocoracidae</i>	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Grand cormorant
Ciconiiformes	<i>Ardeidae</i>	<i>Ardeola ralloides</i>	Héron crabier
Ciconiiformes	<i>Ardeidae</i>	<i>Ardea ibis</i>	Héron garde-bœufs
Ciconiiformes	<i>Ardeidae</i>	<i>Egretta alba</i>	Grande aigrette
Ciconiiformes	<i>Ardeidae</i>	<i>Egretta garzetta</i>	Egrette garzette
Ciconiiformes	<i>Ardeidae</i>	<i>Ardea cineria</i>	Héron cendré
Ciconiiformes	<i>Threskiornithidae</i>	<i>Plegadis falcinellus</i>	Ibis falcinelle
Ciconiiformes	<i>Ciconiidae</i>	<i>Ciconia ciconia</i>	Cigogne blanche
Phoenicopteriformes	<i>Phoenicopteridae</i>	<i>Phoenicopiterus ruber roseus</i>	Flamant rose
Ansériformes	<i>Anatidae</i>	<i>Tadorna tadorna</i>	Tadorne de belon
Ansériformes	<i>Anatidae</i>	<i>Tadorna ferruginea</i>	Tadorne casarca
Ansériformes	<i>Anatidae</i>	<i>Anas platyrhynchos</i>	Canard colvert
Ansériformes	<i>Anatidae</i>	<i>Anas penelope</i>	Canard siffleur
Ansériformes	<i>Anatidae</i>	<i>Anas crecca</i>	Sarcelle d'hiver
Ansériformes	<i>Anatidae</i>	<i>Anas clypeata</i>	Canardouchet
Ansériformes	<i>Anatidae</i>	<i>Aythya nyroca</i>	Fuligule nyroca
Ansériformes	<i>Anatidae</i>	<i>Aythya ferina</i>	Fuligule milouin
Gruiformes	<i>Rallidae</i>	<i>Gallinula chloropus</i>	Poule d'eau
Gruiformes	<i>Rallidae</i>	<i>Fulica atra</i>	Foulque macroule
Charadriiformes	<i>Recurvirostridae</i>	<i>Himantopus himantopus</i>	Echasse blanche
Charadriiformes	<i>Recurvirostridae</i>	<i>Recurvirostra avosetta</i>	Avocette élégante
Charadriiformes	<i>Charadriidae</i>	<i>Charadrius alexandrius</i>	Gravelot à collier interrompu
Charadriiformes	<i>Scolopacidae</i>	<i>Actitis hypoleucos</i>	Chevalier guignette
Falconiformes	<i>Falconidae</i>	<i>Falco naumanni</i>	Faucon crécerellette
Coraciiformes	<i>Meropidae</i>	<i>Merops persicus</i>	Guêpier de perse
Passériformes	<i>Alaudidae</i>	<i>Galerida cristata</i>	Cochevis huppé
Passériformes	<i>Hirundinidae</i>	<i>Delichon urbica</i>	Hirondelles de fenêtre
Passériformes	<i>Motacillidae</i>	<i>Motacilla alba</i>	Bergeronnette grise
Passériformes	<i>Turdidae</i>	<i>Oenanthe oenanthe</i>	Traquet motteux
Passériformes	<i>Turdidae</i>	<i>Oenanthe leucopyga</i>	Traquet à tête blanche
Passériformes	<i>Turdidae</i>	<i>Oenanthe leucura</i>	Traquet rieur
Passériformes	<i>Turdidae</i>	<i>Monticola solitarius</i>	Monticole bleu

5.3.1.2. Discussion

Dans le Barrage de Foum El Kherza, un total de 34 espèces aviennes appartenant à 10 ordres, recouvrant 17 familles et 26 genres différents ont été recensés.

Sur l'ensemble des espèces recensées, nous notons que la famille des *Anatidae* est la plus représentée avec 08 espèces. Les *Ardeidae* sont classés en 2^{ème} position avec 05 espèces. Les *Turdidae* en 3^{ème} position avec 04 espèces. Les *Podicipedidae*, les *Rallidae* et les *Recurvirostridae* en 4^{ème} position avec 02 espèces chacune. 11 familles, soit 64,7 % de l'ensemble des familles recensées sont les moins représentées avec une seule espèce chacune (Tableau. 39).

Tableau 39: Répartition du nombre et des proportions des espèces aviaries recensées en fonction des ordres, des familles et des genres.

Ordre	Familles		Genres		Espèces	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
<i>Podicipediformes</i>	1	5,88	2	7,7	2	5,88
<i>Pélécaniformes</i>	1	5,88	1	3,84	1	2,94
<i>Ciconiiformes</i>	3	17,65	6	23,08	7	20,58
<i>Phoenicopteriformes</i>	1	5,88	1	3,84	1	2,94
<i>Ansériformes</i>	1	5,88	3	11,54	8	23,53
<i>Gruiformes</i>	1	5,88	2	7,7	2	5,88
<i>Charadriiformes</i>	3	17,65	4	15,38	4	11,76
<i>Falconiformes</i>	1	5,88	1	3,84	1	2,94
<i>Coraciiformes</i>	1	5,88	1	3,84	1	2,94
<i>Passériforme</i>	4	23,53	5	19,23	7	20,58
TOTAL	17	100	26	100	34	100

En outre, nous signalons la présence de 04 espèces d'oiseaux d'eau observées pour la première fois au Barrage de Foug El Kherza, ces espèces sont : le Héron garde-bœufs, l'Ibis falcinelle, le Canard colvert et le Chevalier guignette ainsi que 09 espèces de rivage dont la majorité sont des passériformes (Tableau 28).

Par ailleurs, nous notons que 5 espèces sont signalées dans les recensements hivernaux effectués par les services des forêts mais non observées par nous mêmes.

Afin de comparer l'importance des taxons d'oiseaux recensés dans notre région d'étude avec ceux signalés dans le barrage de Koudiet Medaour (Timgad, Batna) situé dans une région semi-aride, ce dernier n'est représenté que par un peuplement aviaire composé de 28 espèces recensées (HOUADF ET SALEM, 2008).

5.3.1.3. Conclusion

Notre inventaire a révélé la présence de 34 espèces observées représentant 8 % des espèces aviaires algériennes signalées par ISENMANN et MOALI (2000). L'ordre des Ansériformes est le mieux représenté suivi par l'ordre des Ciconiiformes et des Passériformes. Toutefois, cet inventaire est loin d'être exhaustif et mériterait d'être complété par d'autres observations notamment en période automnale.

5.3.2. Statuts bioécologiques de l'avifaune

5.3.2.1. Résultats

Dans le tableau ci-dessous, nous avons réparti les espèces observées par catégories trophique, phénologique et faunique ainsi que selon leurs statuts de protection tant national qu'international. Les catégories trophiques sont définies d'après DUBOIS et OLIOSSO (2003). Les

catégories phénologiques sont déterminées d'après HEINZEL et *al.* (1992). Les catégories fauniques sont établies d'après VOOUS (1960). Les statuts de protection sont établis suite la consultation des listes d'espèces protégés en Algérie, CITES, Bonn et Barcelone (Tableau 40).

Tableau 40: Statut écologique et statut de protection des espèces d'oiseaux recensées dans le barrage de Foug El Kherza.

Espèces	Statut écologique			Statut de protection			
	Catégorie trophique	Catégorie phénologique	Catégorie faunique	CITES	Bonn	Brcln	Dz
<i>Podiceps cristatus</i>	(Inv)	-	AM				
<i>Tachybaptu ruficollis</i>	Inv	-	AM				
<i>Phalacrocorax carbo</i>	P	MH	AM				+
<i>Ardeola ralloides</i>	P	M	ETH				
<i>Ardea ibis</i>	(Inv)	MH	IA	+			
<i>Egretta alba</i>	P	-	C				
<i>Egretta garzetta</i>	(P)	MH	AM	+			
<i>Ardea cineria</i>	(P)	M	P				
<i>Plegadis falcinellus</i>	(Inv)	M	AM		+		
<i>Ciconia ciconia</i>	(Inv)	MH	P		+		+
<i>Phoenicopterus ruber</i>	Pp	-	P	+	+	+	+
<i>Tadorna tadorna</i>	Pp	MH	S		+		+
<i>Tadorna ferruginea</i>	Pp	-	PX		+		+
<i>Anas platyrhynchos</i>	Pp	MH	H		+		
<i>Anas penelope</i>	V	MH	P	+	+		
<i>Anas crecca</i>	G	MH	H	+	+		
<i>Anas clypeata</i>	Pp	MH	H	+	+		
<i>Aythya nyroca</i>	Pp	-	TM	+	+		
<i>Aythya ferina</i>	Pp	-	P		+		
<i>Gallinula chloropus</i>	Pp	SN	C				
<i>Fulica atra</i>	Pp	-	P				
<i>Himantopus himantopus</i>	Inv	M	C		+		+
<i>Recurvirostra avosetta</i>	Inv	MH	[TM]		+		+
<i>Charadrius alexandrius</i>	(Inv)	MEN	C		+		
<i>Actitis hypoleucos</i>	Pp	M	H		+		
<i>Falco naumanni</i>	C	M	TM	+	+		+
<i>Merops persicus</i>	Inv	IA	-				+
<i>Galerida cristata</i>	G	SN	P				
<i>Delichon urbica</i>	Inv	M	P				
<i>Motacilla alba</i>	Inv	MH	C				
<i>Oenanthe oenanthe</i>	Inv	MEN	P				
<i>Oenanthe leucopyga</i>	Inv	SN	M				
<i>Oenanthe leucura</i>	Inv	SN	M				
<i>Monticola solitarius</i>	Pp	SN	PXM				

La signification des abréviations utilisées dans le tableau 40 est reprise dans le tableau 41

Tableau 41: Signification des abréviations utilisées dans le tableau 40.

Statut écologique					
Catégories fauniques		Catégorie phénologiques		Catégories trophiques	
H	Holarctique	ME	Estivant	G	Granivore
P	Paléarctique	MH	Hivernant	Inv	Consomme des invertébrés
TM	Turkesto-Méditerranéen	M	Migrateur de passage printanier ou automnal	P	Piscivore
S	Sarmatique	N	Nicheur	C	Carnivore
PX	Paléoxérique	S	Sédentaire	Pp	Polyphage
PXM	Paléoxéromantagnard	A	Accidentel	V	Végétarien
PM	Paléomontagnard	-	Statut inconnu	()	principalement
AM	Ancien Monde				
IA	Indo-Africain				
C	Cosmopolite				
-	Non défini				
Statut de protection					
Algérie	Espèces protégées par le décret N 83-509 du 20 août 1983 relative aux espèces animales non domestiques protégées en Algérie, l'arrêté du 17 janvier 1995 complétant la liste des espèces animales non-domestiques protégées et la loi N 06-14 du 14 novembre 2006 portant approbation de l'ordonnance N 06-05 du 15 juillet 2006 relative à la protection et à la préservation de certaines espèces animales menacées de disparition.				
Bonn	Convention relative à la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (23/06/1995).				
Brcln	Convention de Barcelone, protocole relatif aux aires spécialement protégées et à la diversité biologique en Méditerranée (10/06/1995).				
CITES	Convention de Washington sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (03/03/1973).				

5.3.2.1. Discussions

Afin de faciliter la discussion des différentes catégories citées plus haut, nous avons établi le tableau 42 pour mettre en évidence l'importance numérique de chaque catégorie.

Tableau 42 : Nombres et pourcentages des espèces aviaires recensées selon différents statuts.

Type faunique	M	PX	IA	ETH	TM	P	H	AM	C	S	PXM
Nombre d'espèces	2	1	2	1	3	9	4	5	5	1	1
pourcentage	5,88	2,94	5,88	2,94	8,82	26,47	11,76	14,7	14,7	2,94	2,94

Catégorie phénologique	MH	MEN	M	SN	-
Nombre d'espèces	11	2	7	5	9
pourcentage	32,35	5,88	20,5	14,7	26,47

Catégorie trophique	Inv	Pp	P	G	V	C
Nombre d'espèces	14	11	5	2	1	1
pourcentage	41,17	32,35	14,70	5,88	2,94	2,94

Niveau de protection	CITES	Bonn	Brcln	Dz
Nombre d'espèces	8	16	1	9
pourcentage	23,53	47,06	2,94	26,47

- **Discussion concernant le statut faunique**

L'avifaune recensée appartient à 11 types fauniques, le type faunique du Paléarctique domine avec 26,47 % des espèces recensées. Il est suivi par l'Ancien monde et le Cosmopolite puis

Sur l'ensemble des espèces recensées entre décembre 2008 et juin 2009, les migrateurs hivernants sont les mieux représentés avec 09 espèces aviaires soit 52,94 % de l'ensemble de l'avifaune recensée. Les migrateurs de passage printanier viennent en deuxième position avec 06 espèces, soit 35,29 %. L'avifaune sédentaire nicheuse est représentée par 02 espèces (11,76 %) qui sont *Podiceps cristatus* et *Tadorna ferruginea* ainsi que trois espèces sont probablement nicheuses : *Ardea cineria*, *Anas crecca* et *Fulica atra*.

La recherche de la nourriture, présente ou à venir est la cause première des migrations de l'avifaune (BLONDEL, 1979). DAJOZ (1975), affirme également que c'est le régime alimentaire de l'oiseau qui détermine notamment son caractère sédentaire ou migrateur.

- **Discussion concernant le statut trophique**

Les espèces aviaires recensées sont regroupées en 6 catégories trophiques que nous énumérons ci-dessous par ordre d'importance numérique :

(I) Les consommateurs d'invertébrés : représentent 41,17 % du total de l'avifaune recensée dont 08 espèces sont des oiseaux d'eau et 06 espèces appartenant à l'ordre des *Passériformes*. L'importance de cette catégorie reflète la richesse du milieu en entomofaune terrestre aussi bien que des invertébrés aquatiques qui constituent la nourriture favorable de plusieurs oiseaux d'eau hivernants.

(II) Les Polyphages : Pour cette catégorie, nous avons compté 11 espèces soit 32,35% du total de l'avifaune. L'ordre le plus représenté est celui des *Ansériformes* avec 06 espèces. Ces espèces se nourrissent tant des larves et des imagos d'invertébrés et de diverses autres matières végétales. La présence de 10 oiseaux d'eau dans cette catégorie et une seule espèce *Passériforme* (Le Monticole bleu), dévoile le rôle capital que jouent les zones humides pour l'accueil de cette avifaune.

(III) Les Piscivores : ils ne sont notés qu'avec 05 espèces (14,7 %), il s'agit des grands échassiers et du grand cormoran qui visitent régulièrement le barrage et qui y trouvent des ressources alimentaires en abondance, notamment après les opérations de pisciculture effectuées au barrage en 2004 et 2006.

(IV) Les Granivores : deux espèces forment cette catégorie avec 5,88 %, ce sont la Sarcelle d'hiver et le Cochevis huppé. Ces oiseaux se nourrissent de graines de plusieurs végétaux.

(V) Les Carnivores et les Végétariens : seulement une seule espèce est strictement végétarienne, il s'agit du Canard siffleur et une espèce carnivore qui c'est le Faucon crécerellette.

- **Discussion concernant le statut de protection** : Un total de 09 espèces protégées en Algérie sont signalées dans notre région d'étude. 08 espèces sont citées sur les annexes de la convention CITES. En ce qui concerne les espèces protégées par la convention de Bonn, 16 espèces sont notées, Seul le Flamant rose est cité par la convention de Barcelone ainsi que par les autres conventions.

5.2.2.1. Conclusion

L'avifaune recensée appartient à 11 types fauniques et c'est les espèces du Paléarctique qui dominant avec plus du quart.

Pour la répartition par catégorie trophique, nous avons relevé 06 types de régimes alimentaires différents et ce sont les consommateurs d'invertébrés qui prédominent.

Le Barrage de Foum El Kherza constitue de ce fait un milieu propice pour l'accueil, le gagnage et le repos d'une gamme importante d'oiseaux d'eau et de rivage en particulier car il offre une alimentation riche et très variée et des conditions favorables de reproduction pour l'avifaune sédentaire.

- Un total de 09 espèces protégées en Algérie, 08 espèces sont citées sur les annexes de la convention CITES, 16 espèces protégées par la convention de Bonn et seul le Flamant rose est cité par la convention Barcelone ainsi que par les autres conventions.

5.3.3. Dynamique des populations d'oiseaux d'eau et évolution temporelle

5.3.3.1. Résultats

Pour étudier l'évolution des effectifs des oiseaux d'eau hivernants dans le Barrage de Foum El Kherza au cours de la période allant de 1998 à 2009 ainsi que l'évolution des effectifs au cours de la période d'étude allant de décembre 2008 à juin 2009, nous les avons regroupés en six (06) principaux groupes (Tableau 44) :

Tableau 44 : Espèces caractéristiques des quatre principaux groupes d'oiseaux d'eau recensés dans le Barrage de Foum El Kherza.

Groupe d'espèces	Famille	Espèces	Nombre d'espèces
Grèbes	<i>Podicipedidae</i>	<i>Podiceps cristatus</i>	02
		<i>Tachybaptu ruficollis</i>	
Grands Echassiers	<i>Ardeidae</i>	<i>Ardeola ralloides</i>	08
		<i>Ardea ibis</i>	
		<i>Egretta alba</i>	
		<i>Egretta garzetta</i>	
		<i>Ardea cineria</i>	
	<i>Threskiornithidae</i>	<i>Plegadis falcinellus</i>	
	<i>Ciconidae</i>	<i>Ciconia ciconia</i>	
	<i>Phoenicopteridae</i>	<i>Phoenicopterus ruber roseus</i>	
Anatidés	<i>Anatidae</i>	<i>Tadorna tadorna</i>	08
		<i>Tadorna ferruginea</i>	
		<i>Anas platyrhncchos</i>	
		<i>Anas penelope</i>	
		<i>Anas crecca</i>	
		<i>Anas clypeata</i>	
		<i>Aythya nyroca</i>	
<i>Aythya ferina</i>			
Rallidés	<i>Rallidae</i>	<i>Fulica altra</i>	02

		<i>Gallinula chloropus</i>	
Petits Echassiers/ Limicoles	<i>Recurvirostridae</i>	<i>Himantopus himantopus</i>	04
		<i>Recurvirostra avosetta</i>	
	<i>Charadriidae</i>	<i>Charadrius alexandrius</i>	
	<i>Scolopacidae</i>	<i>Actitis hypoleucos</i>	
Cormorans	<i>Phalacrocoracidae</i>	<i>Phalacrocorax carbo</i>	01

Les résultats de l'évolution des effectifs de ces groupes en fonction des années et mois de recensement sont représentés dans le tableau 45.

Tableau 45 : Effectifs des principaux groupes d'oiseaux d'eau recensés entre 1998-2009 (A) et entre décembre 2008 et juin 2009 (B).

(A)

Groupe	Année									
	1998	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
Grèbes	10	20	15	51	50	66	37	25	32	
Grands Echassiers	0	7	0	13	7	2	40	14	3	
Anatidés	0	60	0	54	25	170	333	105	2	
Rallidés	0	0	0	31	24	0	50	0	04	
Petits Echassiers/ Limicoles	0	0	0	0	02	67	71	5	0	
Cormorans	05	36	11	11	03	0	14	17	26	
Effectifs total	15	123	26	160	111	305	545	166	67	

(B)

Groupe	Mois							
	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jun.	
Grèbes	20	32	2	21	18	30	15	
Grands Echassiers	11	3	0	0	62	5	5	
Anatidés	18	2	3	3	12	22	9	
Rallidés	03	04	0	40	09	08	03	
Limicoles	0	0	0	2	16	0	12	
Oiseaux marins	07	26	11	25	0	0	0	
Effectifs total	59	67	16	91	117	65	44	

5.3.3.2. Discussion

- **Les Anatidés** : c'est le groupe le plus important du point de vue nombre d'espèces (08 espèces) ainsi que d'effectif au cours de 9 ans de recensements. La forte abondance de ce groupe est notée en 2007 avec un total de 333 individus, soit 60 % de l'effectifs total suivi par l'année 2006 avec 170 individus et 105 individus enregistrés en 2008. Les espèces dominantes de ce groupe sont la Sarcelle d'hiver avec 179 dénombrés individus en 2007, suivie par le Tadorne casarca avec 63 individus notés en 2006 (Fig. 22).
- **Les grands Echassiers** : l'effectif maximum de cette catégorie est de 40 individus recensés en 2007, puis en 2008 avec 14 individus. Notons l'absence des grands échassiers en 1998 et en 2003. Ces effectifs sont dominés principalement par l'Héron cendré et l'Aigrette garzette.

L'augmentation des effectifs des grands échassiers au cours des dernières années serait probablement due à la pisciculture effectuée dans le lac du barrage à partir 2004.

- **Les petits Echassiers** : deuxième catégorie en nombre d'espèces avec 04 espèces de limicoles dont l'effectif le plus élevé est signalé en 2007 avec 71 individus puis en 2006 avec 67 individus. Cette catégorie est mieux représentée par l'Echasse blanche avec 48 individus recensés en 2007. L'observation de ce groupe n'est signalée qu'à partir de l'année 2005.
- **Les Grèbes** : seul ce groupe, représenté par le Grèbe huppé et le Grèbe castagneux, est signalé par une visite régulière durant toute la période de 1998 à 2009 avec un effectif maximum enregistré en 2006 avec 66 individus.
- **Les Rallidés** : ce groupe est représenté essentiellement par le Foulque macroule, absent au cours des trois premières années de cette période de dénombrement. L'effectif maximum est enregistré en 2007 avec 50 individus (Fig. 22).
- **Les Cormorans** : l'année 2000 est représentée par le maximum d'effectif du Grand Cormoran avec 36 individus puis l'année 2009 avec 26 individus. La présence régulière du Grand Cormoran pendant toute cette période de recensement reflète la richesse du barrage en ressources alimentaires principalement les poissons.

Nous remarquons l'absence du flamant rose durant plusieurs recensements, alors qu'il n'est présent qu'en 2006 avec 30 individus et en 2007 avec 04 individus seulement. Cette espèce ne serait que de passage sur le site.

- L'évolution chronologique de l'effectif du peuplement des oiseaux d'eau découlerait directement des facteurs majeurs influençant l'abondance et la répartition de ces oiseaux d'eau tel que l'augmentation des ressources alimentaires qui s'est ajouté d'une introduction biologique pour divers poissons et invertébrés et en conséquences pour les oiseaux qui s'en nourrissent. En effet, l'introduction de nouvelles espèces de poissons d'eau douce dans le lac du barrage en 2004 et 2006 pourrait expliquer l'augmentation des effectifs notamment pour des groupes des grands échassiers et des cormorans. Ainsi que les conditions climatiques du site tel que les précipitations qui favorisent le foisonnement des plantes aquatiques et de phytoplancton qui lui confère un très bon lieu de refuge et de nourriture, en effet, selon les données climatiques, les années qui sont marquées par la diminution significative de plusieurs espèces migratrices sont généralement liées aux faibles précipitations enregistrées de l'année ou des mois qui précèdent.

- Aux cours des recensements mensuels allant de décembre 2008 jusqu'en juin 2009 de la période d'étude, les effectifs subis des fluctuations importantes d'un mois à l'autre. Notons deux pics, l'un observé à la période hivernale (mois de janvier) et l'autre remarqué à la période printanière (mois d'avril). Le groupe des grands Echassiers est le plus dominant par rapport aux

autres groupes avec 64 individus signalés au mois avril, soit plus de 50 % de l'effectif total, puis vient le groupe des Rallidés avec 40 individus dénombrés au mois de mars. Nous signalons une présence régulière des groupes d'Anatidés et des Grèbes pendant toute cette période où le mois d'avril est le mois le plus riche en effectifs (Fig. 24).

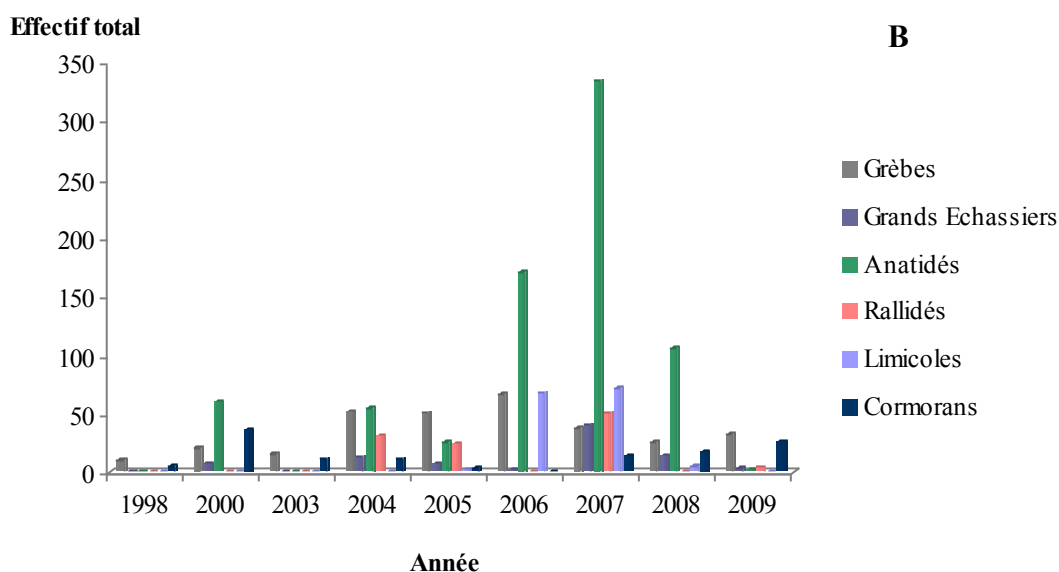


Figure 24 : Evolution des effectifs annuel (1998-2009) (A) et mensuels (Déc 2008-Jun 2009) (B) des oiseaux d'eau dans le Barrage de Foum El Kherza.

5.3.3.3. Conclusion

Les effectifs des groupes d'oiseaux d'eau recensés dans le Barrage de Foum El Kherza varient d'une année à une autre et d'un mois à un autre. C'est l'année 2007 et les périodes hivernales et printanières qui reçoivent les effectifs les plus abondants.

Le Barrage de Foum El Kherza présente un intérêt particulier pour sa capacité d'accueil qui atteint 545 individus représentées principalement par le groupe des Anatidés avec le Tadorne casarca qui vient en tête notamment par son statut d'espèce protégée tant au niveau national qu'international, ce qui lui confère un critère de classification comme site Ramsar d'importance internationale répondant au critère 3 et 6 (voir chapitre I).

Le barrage est représenté comme un important site d'hivernage ainsi que de nidification suite à l'augmentation remarquable des effectifs à la période printanière et notamment après l'observation de la population du Tadorne casarca avec ses poussins au cours de nos visites au mois de mai.

3.3.4. Répartition spatiotemporelle de l'avifaune aquatique

➤ Au cours des recensements hivernaux de la période (1998-2009)

3.3.4.1. Résultats

Nous présentons dans le tableau 46 les résultats de la fréquence d'occurrence (présence-absence) des différentes espèces d'oiseaux d'eau recensés dans le barrage au cours des 09 années d'observations hivernales (1998 à 2009). Leur fréquence d'apparition ainsi que leur échelle d'occurrence selon BIGOT et BODOT (1973) sont également mentionnés (Tableau 46).

Tableau 46 : Fréquences d'occurrence et échelle de constance recensées entre 1998 et 2009.

Espèce \ Année	Année									C%	Gr
	1998	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009		
<i>Podiceps cristatus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	100	C
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	-	+	+	+	+	+	+	+	+	88,88	C
<i>Phalacrocorax carbo</i>	+	+	+	+	+	-	+	+	+	88,88	C
<i>Ardea cineria</i>	-	+	-	+	+	+	+	-	+	66,66	C
<i>Egretta alba</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	-	22,22	Ac
<i>Egretta garzetta</i>	-	-	-	+	+	-	+	+	-	44,44	A
<i>Ardeola ralloides</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	11,11	Ac
<i>Ciconia ciconia</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	11,11	Ac
<i>Phoenicopterus ruber roseus</i>	-	-	-	-	-	+	+	-	-	22,22	Ac
<i>Tadorna tadorna</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	11,11	Ac
<i>Tadorna ferruginea</i>	-	+	-	+	+	+	+	+	+	77,77	C
<i>Anas penelope</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	11,11	Ac
<i>Anas crecca</i>	-	-	-	-	+	+	+	+	-	44,44	A
<i>Anas clypeata</i>	-	-	-	+	-	+	-	+	-	33,33	A
<i>Aythya nyroca</i>	-	-	-	+	-	-	+	-	-	22,22	Ac
<i>Aythya ferina</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	11,11	Ac
<i>Fulica atra</i>	-	-	-	+	+	-	+	-	+	44,44	A
<i>Himantopus himantopus</i>	-	-	-	-	+	+	+	+	-	44,44	A
<i>Recurvirostra avosetta</i>	-	-	-	-	-	+	+	-	-	22,22	Ac
<i>Charadrius alexandrius</i>	-	-	-	-	-	+	+	+	-	33,33	A

(C : Constante, A : Accessoire, Ac : Accidentelle, C% : fréquence d'occurrence, + : présence de l'espèce, - : absence de l'espèce).

3.3.4.2. Discussion

La fréquence d'occurrence des espèces recensées varie de 11,11 à 100 %.

Sur l'ensemble des espèces signalées, 05 espèces sont considérées constantes dans la région d'étude et appartiennent à 04 familles différentes. Elles représentent 25 % du total des espèces recensées. Le Grèbe huppé est la seule espèce qui est présente dans le barrage pour toute cette période avec une fréquence d'apparition de 100 %.

Sur l'ensemble des espèces constantes, 02 espèces sont protégées en Algérie. Il s'agit du Grand Cormoran et du Tadorne casarca.

Le groupe des espèces accessoires est représenté par 06 espèces dont 03 sont protégées par la convention CITES et une espèce protégée en Algérie, 45 % des espèces sont accidentelles représentées par 06 espèces protégées par les 2 statuts de protection cités plus haut (Tableau 47).

Tableau 47: Nombre d'espèces et pourcentage des différents groupes.

Groupes	Espèces constantes	Espèces accessoires	Espèces accidentelles
Nombre	05	06	09
Pourcentage	25	30	45

3.3.4.3. Conclusion

Dans le barrage de Foum El Kherza, les espèces les plus caractéristiques de la région sont : le Grèbe huppé, le Grèbe castagneux, le Grand Cormoran, le Tadorne casarca et le Héron cendré.

Aussi, des espèces comme : le Foulque macroule, la Sarcelle d'hiver et l'Aigrette garzette sont considérées accessoires. La visite assez régulière de ces espèces reflète l'importance ornithologique du site pour l'accueil des migrateurs hivernants chaque année.

Par ailleurs, la région présente un potentiel d'accueil important pour beaucoup d'espèces de passage ou errantes.

Au cours du recensement mensuel de la période d'étude (Décembre 2008-Juin 2009)

5.3.4.1. Résultats

Nous présentons dans le tableau 48 les résultats de la fréquence d'occurrence (présence-absence) des différentes espèces d'oiseaux d'eau recensés dans le barrage au cours des 07 mois d'étude (Décembre 2008 à Juin 2009). La fréquence d'apparition de ces espèces ainsi que l'échelle de constance à laquelle elles correspondent sont mentionnés dans le Tableau 48.

Tableau 48 : Fréquences d'occurrence des espèces d'oiseaux d'eau notées au niveau du barrage de Foum El Kherza pendant la période d'étude.

Espèce	Mois							C%	Gr
	Décembre 2008	Janvier 2009	Février 2009	Mars 2009	Avril 2009	Mai 2009	Juin 2009		
<i>Podiceps cristatus</i>	+	+	+	+	+	+	+	100	C
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	+	+	-	+	+	+	-	71,4	C
<i>Phalacrocorax carbo</i>	+	+	+	+	-	-	-	57,1	C
<i>Ardeola ralloides</i>	-	-	-	-	+	-	+	28,6	A
<i>Ardea ibis</i>	+	-	-	-	-	-	-	14,3	Ac
<i>Egretta alba</i>	+	-	-	-	-	-	-	14,3	Ac

<i>Egretta garzetta</i>	-	-	-	-	+	-	+	28,6	A
<i>Ardea cineria</i>	+	+	-	-	-	+	+	57,1	C
<i>Plegadis falcinellus</i>	-	-	-	-	+	-	-	14,3	Ac
<i>Tadorna ferruginea</i>	+	+	+	+	+	+	+	100	C
<i>Anas platyrhynchos</i>	+	-	-	-	+	-	-	28,6	A
<i>Anas crecca</i>	+	-	+	-	-	-	+	42,8	A
<i>Anas clypeata</i>	-	-	-	-	+	-	-	14,3	Ac
<i>Gallinula chloropus</i>	+	-	-	-	-	-	-	14,3	Ac
<i>Fulica atra</i>	+	+	-	+	+	+	+	85,7	C
<i>Himantopus himantopus</i>	-	-	-	-	+	-	+	28,6	A
<i>Actitis hypoleucos</i>	-	-	-	+	+	-	-	28,6	A

(C : Constante, A : Accessoire, Ac : Accidentelle, C% : fréquence d'occurrence, + : présence de l'espèce, - : absence de l'espèce)

5.3.4.2. Discussion

La fréquence d'occurrence des espèces recensées varie de 14,3 à 100 %.

Sur l'ensemble des espèces signalées, 06 espèces sont considérées constantes dans la région d'étude et appartiennent à 04 familles différentes. Elles représentent plus du quart du total des espèces recensées (29 %). Deux espèces sont présentées dans le barrage au cours de la période d'étude avec une fréquence d'apparition de 100 %. Ce sont : le Grèbe huppé et le Tadorne casarca. Sur l'ensemble des espèces constantes, 02 espèces sont protégées en Algérie. Il s'agit du Grand cormoran et du Tadorne casarca. Le groupe des espèces accessoires est représenté par 07 espèces représentant 41 % (Tableau 49).

Le quart des espèces d'oiseaux d'eau recensées sont accidentelles, signalées une seule fois au cours de la période hivernale (mois de décembre) ou au cours de la période printanière (mois d'avril).

Tableau 49 : Nombre d'espèces et pourcentages des différents groupes.

Groupes	Espèces constantes	Espèces accessoires	Espèces accidentelles
Nombre	06	06	05
Pourcentage	35,3	35,3	29,4

Pour une meilleure connaissance de la répartition de l'avifaune aquatique sur le plan d'eau, nous avons procédé lors de chaque dénombrement à reporter sur des cartes, la répartition des principales populations, les plus régulières : les Grèbes, le Tadorne casarca, le Grand Cormoran, le Foulque macroule et le Héron cendré.

La combinaison des différentes observations, nous a permis de déterminer les modalités d'occupation des oiseaux d'eau du plan d'eau et de délimiter leurs aires de répartition au cours de la période d'observation (Fig. 23).

Lors de nos visites au Barrage de Foum El kherza, nous avons remarqué que les oiseaux d'eau occupent presque les mêmes emplacements sur le plan d'eau et se déplacent de la même manière sur le site, selon leurs besoins.

Les espèces d'oiseaux d'eau étudiées fréquentent trois zones principales. La zone située au N-E du barrage est la plus riche en espèces considérées constantes aussi qu'en espèces accidentelles telles que la Grande Aigrette, l'Aigrette garzette et l'Echasse blanche. Cette zone est la plus diversifiée notamment par la présence de la végétation aquatique représentée principalement par le Roseau commun (*Phragmites communis*) qui pousse en touffes constituant une importante zone de refuge pour les différentes espèces d'oiseaux d'eau et même de nidification pour certaines d'entre elles. Selon les pêcheurs fréquentant le site, cette zone est la plus riche en poissons (Fig. 25). Aux abords de cette zone située à la berge Est d'Oued El Abiod vers Lahbel se caractérise aussi par un recouvrement végétal varié et dense (Tamaris, Palmier,..) constituerait une aire de repos.

La zone située au Nord-Ouest du barrage, à l'opposé de la première zone, vient en deuxième position du point de vue richesse et diversité en espèces d'oiseaux d'eau bien que le recouvrement végétal est plus faible. Cette zone est fréquentée principalement par le Tadorne Casarca et le Grèbe Huppé. Cette zone est également visitée par un couple d'oiseaux accidentels, qui est le Héron Crabier. Le Foulque macroule fréquente ces deux zones mais principalement entre les tiges du roseau.

La troisième zone se situe en aval de l'Oued vers la digue, au sud du Barrage. Le Grèbe Huppé fréquente beaucoup cette zone, ainsi que le Grèbe Castaneux et parfois le Grand Cormoran.

Par ailleurs, les espèces accidentelles tel que les grands Echassiers et les limicoles sont observés à la limite du lac où trouvent la nourriture dans la vase.



Figure 25 : Photos représentent la zone Nord-Est du Barrage de Fom El Kherza fréquentée par les populations du Tadorne Casarca (A) et du Grand Cormoran (B).

L'occupation du site par ces espèces sur des zones particulières et sur des profondeurs différentes de l'eau est régie par le mode de vie de chaque espèce. Ce qui leur permet une grande accessibilité aux proies et aux autres ressources nutritives.

5.3.4.3. Conclusion

Au cours de la période d'étude, les espèces les plus caractéristiques dans le barrage de Foum El Kherza de la région sont : le Grèbe huppé, le Grèbe castagneux, le Grand Cormoran, le Tadorne casarca, le Héron cendré et le Foulque macroule. En majorité, ce sont les mêmes espèces qui sont considérées constantes pendant les recensements hivernaux de la période (1998-2009).

Par ailleurs, la région présente un potentiel d'accueil important pour beaucoup d'espèces de passage ou errantes.

Le barrage de Foum El Kherza est occupé sur presque toute sa surface, pendant toute la période avec une préférence aux zones Nord-Est, qui représentent des emplacements de refuge denses en végétation. Cette position offre également les meilleures conditions de sécurité et de nutrition. En effet, le centre du lac de barrage constitue un milieu découvert et moins fréquenté par les oiseaux d'eau.

Les grands Échassiers et les limicoles préfèrent les abords de l'eau où ils sont en quête d'alimentation composée principalement d'invertébrés.

5.3.5. Diversité et équitabilité du peuplement de l'avifaune aquatique du Barrage de Foum El Kherza.

5.3.5.1. Résultats

Afin d'évaluer la composition du peuplement d'oiseau d'eau, nous avons calculé la richesse spécifique totale et moyenne, une fois, pour les 09 recensements hivernaux et aussi pour les six mois de notre étude. Nous avons également calculé l'indice de diversité de SHANNON et celui de l'Équitabilité pour la période (1998-2009) ainsi que pour la période étude (décembre 2008-juin 2009) (Tableau 50 et Fig. 26).

Tableau 50 : Richesse spécifique totale (S), richesse moyenne (S_m), indice de diversité de SHANNON (H') et Equirépartition (E) des peuplements d'oiseaux d'eau recensés entre 1998 et 2009 (A) et au cours de la période décembre 2008 à Juin 2009 (B).

(A)

Paramètre \ Année	Année								
	1998	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
S	2	5	3	9	9	12	18	11	6
S_m	8,33								
H' (bits)	0,9	1,8	1,5	2,8	2,7	3,1	3,2	3	2,1
H' max (bits)	1	2,3	1,6	3,2	3,2	3,6	4,2	3,4	2,6
E (%)	90	78,3	93,7	87,5	84,4	86,1	76,2	88,2	80,8

(B)

Mois Paramètre	Déc. 2008	Jan. 2009	Fév. 2009	Mar. 2009	Avr. 2009	Mai.2009	Jun. 2009
S	12	6	4	6	12	5	8
Sm	7,57						
H' (bits)	3,1	2,1	1,3	2	3	2,2	2,4
H' max (bits)	3,6	2,6	2	2,6	3,6	2,3	3
E (%)	86,1	80,8	65	76,9	83,3	95,6	80

5.3.5.2. Discussions**➤ Discussions concernant la période (1998-2009)**

La richesse spécifique de l'avifaune aquatique au niveau du barrage de Foum El Kherza varie entre 2 espèces (1998) et 18 espèces (2007) avec une richesse moyenne égale à 8,33 espèces, représentant ainsi une évolution importante au cours du temps, notamment après l'an 2003 suite à la réalisation des projets de pisciculture. Cette élévation est suivie d'une relative réduction de la richesse spécifique en 2008 et 2009 qui pourrait s'expliquer par le dérangement causé par les projets de décantation réalisés par l'Agence Nationale des Barrages et Transfert (ANBT) pour résoudre les problèmes de l'envasement du barrage (Fig. 26).

Cette variation de la diversité spécifique est en corrélation avec la variation de l'indice de Shannon qui varie de 0,9 bit (1998) à 3,2 bit (2007) (Fig. 24).

Les valeurs de l'équitabilité varient de 76,2 % (2007) à 93,7 % (2003). Les valeurs sont supérieures à 70 % et tendent vers 100 % reflétant un peuplement équilibré et stable et par conséquent le milieu qu'il héberge (Fig. 26).

En 2003, l'équitabilité atteint 94 % et tend vers 100 % étant donné que chaque espèce est représentée presque par le même effectif. Ces effectifs sont 7,8 et 11 individus pour les trois espèces observées au cours de cette année.

En revanche, l'année 2007, bien qu'elle est riche tant en espèce qu'en individus, n'est présentée que par une équirépartition faible par rapport aux recensements hivernaux des autres années. Ceci s'expliquerait par la dominance de la Sarcelle d'hiver qui représente à elle seule une abondance de 179 individus, soit le tiers de l'effectif total recensé au cours de cette année.

➤ Discussions concernant la période (décembre 2008-juin 2009)

La richesse spécifique totale du peuplement d'oiseau d'eau varie de 4 à 12 espèces avec une richesse moyenne égale à 7,57 espèces. Cette variation est représentée par deux pics signalés lors de la période hivernale (mois de décembre) et celle de la période printanière (mois d'avril) avec un total de 12 espèces (Fig. 24)

Les valeurs de l'indice de Shannon varient de 1,3 (février) à 3,1 (décembre). C'est aussi les mois de décembre et d'avril qui présentent les valeurs les plus importantes par rapport aux autres mois et ceci pourrait s'expliquer par la période d'hivernage et de nidification.

L'équitabilité varie de 65 % (février) à 95,6 % (mai). La dominance de certaines espèces d'oiseaux d'eau qui vivent en associations et se déplaçant en groupes sont des espèces considérées constantes tel que le Grand Cormoran, expliquerait cette diminution de l'équirépartition du peuplement d'oiseaux d'eau.

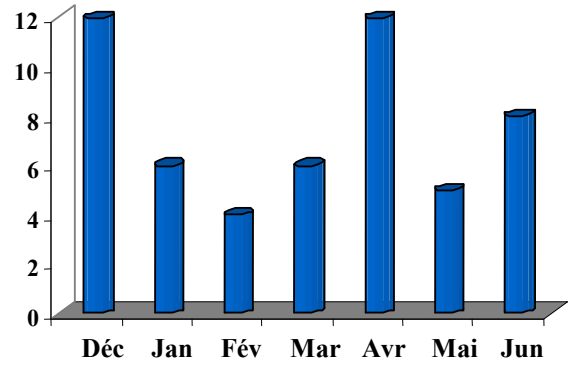
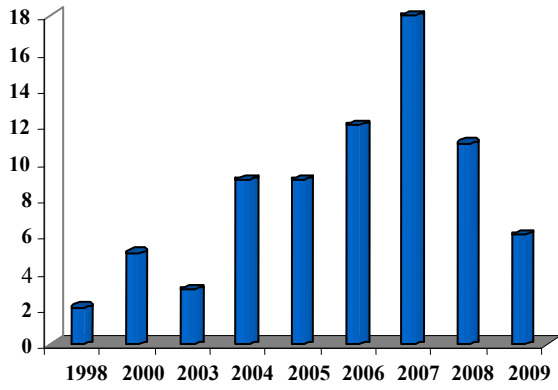
5.3.5.3. Conclusion

Les valeurs de la richesse totale et de l'indice de Shannon ont subi des fluctuations importantes au cours des 09 recensements hivernaux de la période allant de 1998 jusqu'au 2009, soit une augmentation marquée jusqu'au 2007 suivie d'une diminution suite à des influences anthropiques.

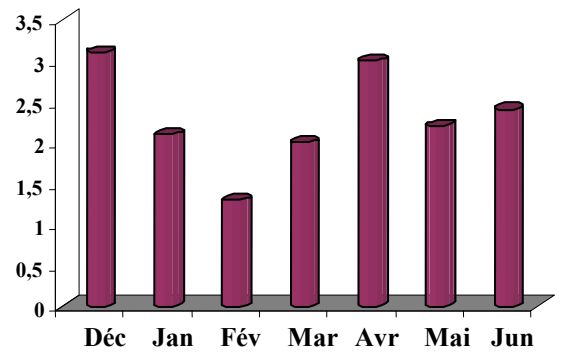
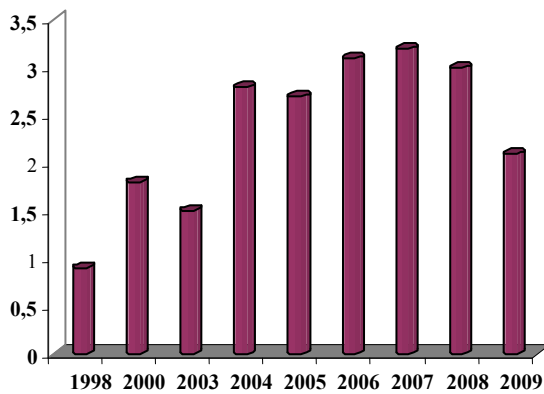
L'année 2007 est représentée également par des valeurs de diversité assez élevée (3,2 bit) 18 espèces.

Les valeurs de l'équitabilité sont supérieures à 76 % et tendent vers 100 %, traduisant un relatif équilibre des peuplements d'oiseaux d'eau du lac du Barrage.

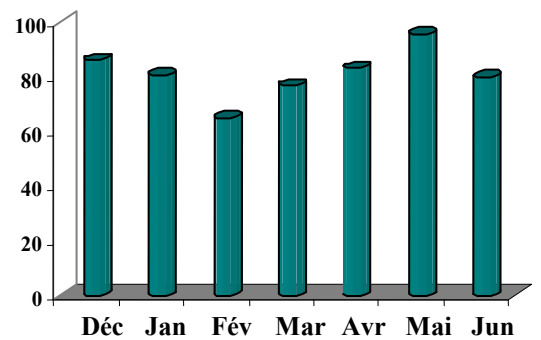
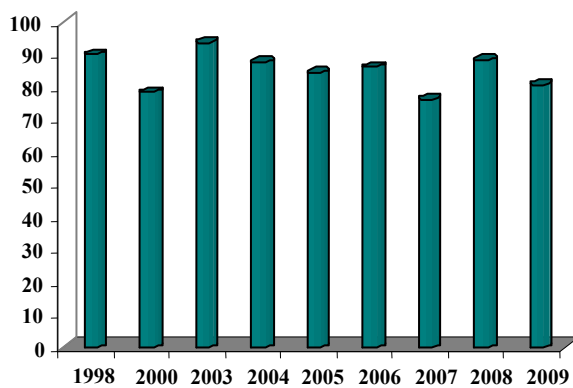
La diversité du peuplement d'oiseaux d'eau au cours de la période (décembre 2008-juin 2009) atteint son maximum en décembre (période hivernale) et en avril (période printanière de nidification) avec une richesse totale de 12 espèces et un indice de Shannon de 3,1 bit. L'équitabilité est supérieure à 65 % et atteint son maximum en mai avec 95 %.



Richesse spécifique totale (S)



Indice de diversité de Shannon (H')



Indice d'équitabilité (E)

Figure 26 : Variation de la richesse spécifique totale (S), de l'indice de Shannon (H') et de l'équitabilité (E) du peuplement d'oiseaux d'eau au cours du temps (1998-2009) et (décembre 2008-juin 2009)

5.4. Mammifères

5.4.1. Résultats

Les Mammifères dénombrés sont mentionnés par ordre systématique dans le tableau 51 suivant l'ordre taxinomique établi par HALTERNORTH & DILLER (1985) et DARLEY (1985).

Tableau 51: Liste systématique des mammifères inventoriés dans le barrage de Foum El Kherza.

Classe	Ordre	Famille	Espèce	Nom commun	Méthode d'inventaire
Mammalia	Rodentia	<i>Gerbillidae</i>	<i>Gerbillus gerbillus</i>	Petit gerbille	Enquête
		<i>Ctenodactylidae</i>	<i>Ctenodactylus vali</i>	Goundi du Sahara*	Observation
	Carnivora	<i>Canidae</i>	<i>Canis aureus</i>	Chacal commun	Enquête
		<i>Hyaenidae</i>	<i>Hyaena hyaena</i>	Hyène rayée *	Enquête
	<i>Erinaceomorpha</i>	<i>Erinaceidae</i>	<i>Paraechinus aethiopicus</i>	Hérisson du désert *	Enquête
	<i>Artiodactyla</i>	<i>Suidae</i>	<i>Sus scrofa</i>	Sanglier	Observation
	<i>Lagomorpha</i>	<i>Leporidae</i>	<i>Lepus sp</i>	Lapin	Enquête

(* : Espèces protégées par le décret N 83-509 du 20 août 1983 relative aux espèces animales non domestiques protégées en Algérie et l'arrêté du 17 janvier 1995 complétant la liste des espèces animales non domestiques protégées).

5.4.2. Discussions

La faune mammalienne sauvage du barrage comprend sept espèces réparties en 5 ordres et 7 familles différentes, dont 03 espèces sont protégées à l'échelle nationale. Ces espèces sont : Le Goundi du Sahara, l'Hyène rayée et l'Hérisson du désert.

L'ordre des Rongeurs et des carnivores sont les mieux représentés avec 02 familles et 02 espèces chacune. Les autres ordres sont présents avec une seule espèce. Toutefois, il est à signaler que le site pourrait abriter une faune mammalienne plus diversifiée, notamment des espèces à mœurs nocturnes et discrètes et des espèces qui n'utilisent le site que pour de brèves escales.

Cet inventaire mériterait d'être enrichi par d'autres observations et enquêtes qui permettraient de révéler l'existence d'autres espèces.



Figure 27 : Photo de Goundi du Sahara (*Ctenodactylus vali*) observé au barrage de Foum El Kherza.

5.4.3. Conclusion

Nous avons recensé 07 espèces de mammifères de différents ordres, en majorité des rongeurs et des carnivores. Cependant, notre inventaire n'est pas complet, car plusieurs mammifères ont surtout une activité nocturne.

Il est utile de signaler l'importance du peuplement mammalien dans le barrage de Foum El Kherza; vu la présence d'espèces protégées (2 espèces), ce qui renvoie à mettre l'accent sur les espèces considérées rares ou menacées, en orientant les recherches pour atténuer les facteurs de dégradation et préserver ainsi cette faune.

Conclusion générale

CONCLUSION GENERALE

Le sol du barrage de Foum El Kherza est alcalin, très salé, moyennement riche en matière organique et fortement calcaire. Ceci serait en relation avec le faible recouvrement végétal du site et reflète l'image des sols caractérisant les régions arides.

L'eau du barrage est moyennement alcaline avec une excessive minéralisation, douce, voir douce à saumâtre selon les saisons et claire.

Les résultats concernant les paramètres chimique de pollution nous permettant de dire que l'eau du barrage est bonne concernant les concentrations en nitrates et en nitrites avec des teneurs naturelles en phosphates, sulfates et ammoniacales.

Les eaux du Barrage sont chargées de bactéries dont la croissance varie d'un mois à l'autre et d'une station à une autre. Le mois d'avril est le plus chargé de colonies bactériennes coïncidant avec une richesse élevée de faune et de flore surtout en avifaune aquatique qui augmente également l'activité bactérienne. Les stations situées en amont (S2 et S3) sont les plus contaminées, surtout la station 3 située sur les berges de l'Oued.

Les coliformes totaux et fécaux notamment l'*E.coli* sont décelés dans les eaux du barrage mais avec des valeurs qui ne dépassent pas les normes est sont considérée comme des eaux de qualité moyenne sauf pour le mois d'avril où leurs nombres dépassent les normes admises et l'eau devient de qualité dangereuse. En ce qui concerne les streptocoques fécaux, l'eau du barrage est de bonne qualité pendant le mois de novembre et d'avril et de qualité moyenne en juin.

Le peuplement de la flore microalgale recensée est composée de 45 genres, repartis en 27 familles, 17 ordres et 09 classes avec une prédominance de la classe des diatomées (20 genres) et la présence de 4 genres toxiques. Ceci fait que le barrage n'est pas totalement à l'abri de phénomènes d'eutrophisation.

C'est la station 2, les mois de novembre et de juin qui abritent le grand nombre d'espèces et permet l'installation d'un peuplement plus riche ainsi que leur développement dans les meilleures conditions.

Le barrage du Foum El Kherza est caractérisé par une végétation herbacée peu diversifiée et de faible recouvrement avec 38 espèces recensées, appartenants à 17 familles différentes. Les *Asteraceae*, les *Brassicaceae* et les *Chenopodiaceae* sont les familles qui représentent le plus grand nombre d'espèces.

En ce qui concerne la faune, les invertébrés rencontrés aux abords du Barrage regroupent un total de 113 espèces appartenant tous à l'embranchement des Arthropodes. La classe des insectes est la mieux représentée dans notre zone d'étude avec 109 espèces (soit 96,5 %).

Parmi les espèces entomologiques recensées, nous signalons la présence de deux espèces hyménoptères et une espèce coléoptère protégées par la loi en Algérie. Ces espèces sont : *Apis mellifica*, *Cataglyphis bicolor* et *Coccinella septempunctata*,

Les fréquences d'abondance dépassant la moitié pour les Hyménoptères et le quart pour les Diptères de l'ensemble des individus capturés.

Par ailleurs, la répartition des invertébrés recensés en fonction du temps montre que c'est les mois de septembre et de mai qui représentent les effectifs les plus élevés. quand la région a reçu des pluies automnales favorisant l'activité et la pullulation de certaines d'espèces.

Les trois stations se rapprochent par leur composition en espèces, elles présentent des valeurs d'indices de similitude dépassant 50%.

Les plus fortes valeurs de richesse spécifique, des indices de diversité de Shannon et d'équitabilité sont obtenues dans la station 2. Globalement, le peuplement d'invertébrés est équilibré dans toutes les stations d'étude.

La plus grande valeur de l'indice de diversité est notée au cours des mois de septembre et de mai. De ce fait, le peuplement d'invertébrés du barrage est plus diversifié pendant la période printanière et automnale

Les stations qui présentent une richesse floristique élevée et un degré d'anthropisation (pâturage) faible tendent à être les plus riches et plus équilibrées.

La faune vertébrée recensée sur les abords du Barrage de Foug El Kherza est composée de 55 espèces réparties en 34 familles, 19 ordres et 5 classes différentes : les poissons, les amphibiens, les Reptiles, les Oiseaux et les Mammifères.

L'inventaire des poissons a révélé la présence de trois espèces caractérisant les eaux douces appartenant toutes à la même famille des *Cyprinidae*.

L'inventaire des amphibiens et des reptiles du barrage de Foug El Kherza fait état de l'existence de 11 espèces réparties sur 2 ordres et 9 familles différentes.

Les amphibiens sont représentés par l'ordre des Anoures qui comprend trois familles différentes. Les reptiles renferment deux ordres les Squamates et les Ophidiens avec trois familles chacun. Parmi les espèces recensées, 02 sont protégées en Algérie, ce sont : la Fouette queue et le Varan du désert.

Le Barrage de Foum El Kherza abrite un peuplement avien riche et diversifié, notre inventaire a révélé un total de 34 espèces observées ce qui représentant 8 % des espèces aviaires algériennes signalées par ISENMANN et MOALI (2000).

Le site abrite un peuplement beaucoup plus rattaché au milieu aquatique, qui représente presque le cinquième de l'avifaune recensée en Algérie, alors que l'ordre des Passériformes occupe 30,1% de la totalité des espèces dénombrées. La présence de 35 oiseaux d'eau dans le site, dont la majorité appartient à la famille des Anatidés, lui confère une grande importance. Les oiseaux protégés s'élèvent à 25 espèces : 15 sont protégées en Algérie, et 16 sont protégées par la convention CITES.

L'avifaune recensée appartient à 11 types fauniques et les espèces Paléarctique domine avec plus du quart (26,47 %) des autres types.

Sur l'ensemble des espèces recensées, 11 espèces aviaires sont migratrices hivernantes et sont les mieux représentés avec 32,35 %. L'avifaune sédentaire est représentée par 05 espèces, alors que les migrateurs de passage sont représentés par 07 espèces.

Nous notons que 26,47 % des espèces aviaires ne sont pas signalées par HEINZEL et *al.* (1992). Ceux ci montre que notre région d'étude est encore méconnue.

Pour la répartition par catégorie trophique, nous avons relevé 06 types de régimes alimentaires différents et ce sont les consommateurs d'invertébrés qui prédominent avec 14 espèces soit 41,17 de l'ensemble de l'avifaune.

Un total de 09 espèces protégées en Algérie, 08 espèces sont citées sur les annexes de la convention CITES, 16 espèces protégées par la convention de Bonn et seul le Flamant rose est cité par la convention Barcelone ainsi que par les autres conventions.

Le Barrage de Foum El Kherza constitue de ce fait un milieu propice pour l'accueil, le gagnage et le repos d'une gamme importante d'oiseaux d'eau et de rivage. Aussi, il offre une alimentation riche et très variée et des conditions de favorables de reproduction pour l'avifaune sédentaire.

Les effectifs des groupes d'oiseaux d'eau recensés dans le Barrage de Foum El Kherza varient d'une année à une autre et d'un mois à un autre. Ce sont les périodes hivernales et printanières qui reçoivent les effectifs les plus abondants.

Le Barrage présente un intérêt particulier pour sa capacité d'accueil qui atteint 545 individu représentées principalement par le groupe des Anatidés avec le Tadorne casarca qui vient en tête notamment par son statut d'espèce protégée tant au niveau national

qu'international, ce qui lui confère un critère de classification comme site Ramsar d'importance internationale.

Dans le barrage de Foum El Kherza, les espèces les plus caractéristiques de la région sont : le Grèbe huppé, le Grèbe castagneux, le Grand Cormoran, le Tadorne casarca et l'Héron cendré.

Le barrage de Foum El Kherza est occupé sur presque toute sa surface, pendant toute la période avec une préférence aux zones Nord-Est, qui représentent des emplacements de refuge denses en végétation. Cette position offre également les meilleures conditions de sécurité et de nutrition. En effet, le centre du lac de barrage constitue un milieu découvert et moins fréquenté par les oiseaux d'eau. Les grands Échassiers et les limicoles préfèrent les abords de l'eau où ils sont en quête d'alimentation composée principalement d'invertébrés.

La diversité du peuplement d'oiseaux d'eau au cours de la période (décembre 2008-juin 2009) atteint son maximum en décembre (période hivernale) et en avril (période printanière de nidification) avec une richesse totale de 12 espèces et un indice de Shannon de 3,1 bit. L'équitabilité est supérieure à 65 % et atteint son maximum en mai avec 95 %.

Par ailleurs, nous avons recensé 07 espèces de mammifères de différents ordres, en majorité des rongeurs et des carnivores. Cependant, notre inventaire n'est pas complet, car plusieurs mammifères ont surtout une activité nocturne.

Il est utile de signaler l'importance du peuplement mammalien dans le barrage de Foum El Kherza; vu la présence d'espèces protégées (3 espèces), ce qui renvoie à mettre l'accent sur les espèces considérées rares ou menacées, en orientant les recherches pour atténuer les facteurs de dégradation et préserver ainsi cette faune.

Le travail ici présenté a permis en définitif de montrer la grande diversité et richesse tant floristique que faunique du Barrage de Foum El Kherza qui constitue un vrai patrimoine d'une importance révélée.

Les inventaires que nous avons établi sont loin d'être les plus exhaustifs, notamment en ce qui concerne les invertébrés dont beaucoup d'espèces n'ont pas été déterminées, ainsi que pour les vertébrés ayant des mœurs nocturnes et discrètes.

Aussi, il est important de souligner la présence dans le barrage de Foum El Kherza de plusieurs espèces protégées en Algérie, qui mériteraient d'ailleurs une plus grande attention et faire l'objet d'études spécifiques. Ceci est également le cas pour les espèces caractéristiques des zones humides, qu'elles soient invertébrés (Odonates) ou vertébrés (Amphibiens et Oiseaux aquatiques), qui jouent des rôles primordiaux à différents niveaux de l'hierarchie trophique et dans l'équilibre des écosystèmes.

Références bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. AMINOT A. (1983) – Crustacés cladocères introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales française. Paris, 63p.
2. AMMARI Y. et MEZIANI. L (2008) - Contribution à l'étude de l'Avifaune des Zones humides des Zibans cas de Gueltat Oum Larwah (Ourlal). Mémoire Ing. Dep. Biol. Biskra, 112p.
3. ANONYME (1968) - Annuaire hydrologique de l'Algérie (1968-1969). Direction des Etudes de Milieu et de la Recherche Hydraulique. 246p.
4. ANONYME (1978) – Urban Stormwater. Management Workshop Proceeding. N 3, EPA - 600 / 9. 110pp.
5. ANONYME (1991) - Corine biotope – The design, compilation and use of an inventory of sites of major importance for nature consevation in the european community. Office for official Publications of the European communities, Luxembourg, 132p.
6. ANONYME (1999) - Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar (FDR). Annexe II, 24p.
7. ANONYME (2001) - Les zones humides : valeurs et fonctions. Document interne, Ramsar, Suisse.
8. ANONYME (2002a) - Atlas de 26 zones humides algériennes d'importance internationale. Document interne. Direction générale des forêts, Ed. Eddiwan, Alger, 89p.
9. ANONYME (2002b) - Schéma Directeur des ressources en Eau. Rapport préliminaire. Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire, Biskra, 56p.
10. ANONYME (2003) - Schéma Directeur des ressources en Eau. Rapport de synthèse, phase II. Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire, Biskra, 56p.
11. ANONYME (2006) - Etude du confortement des grands barrages en exploitation (lot 5), Mission 1 : Diagnostic et expertise –Barrage Foum El Kherza-. Rapport 04x-011- RP02, 10 annexes. Agence Nationale des Barrages et Transferts.
12. ATTRACI M et HAMID M.S. (2008) – Contribution à l'étude des paramètres physicochimiques et bactériologiques de l'embouchure de l'Oued Béni Messous. Mémoire DEUA.Dep. science de la mer. Annaba, 53p.

13. AUBER L. (1999) – Atlas des Coléoptères de France, Belgique et Suisse. Tome I. Ed. Boubée. Paris, 250p.
14. BAIZE D. (1988) – Guide des analyses courantes en pédologie : choix expression – présentation – INTERPRETATION. Ed. INRA, Paris. 172p.
15. BARBAULT (1981) – Écologie des populations et des peuplements. Éd. Masson. Paris, 200 p.
16. BARTELIS A. (1997) - Guide des plantes du Bassin Méditerranéen. Ed. EUGENE ULMER, France, 400p.
17. BELLIER J. (1982) – Les barrages. Presses universitaires de France, Paris.
18. BENKHELIL M. (1992) – Les techniques de récoltes et de piégeages utilisées en entomologie terrestres. Éd. Office des Publications Universitaires (O.P.U.), Alger. 68p.
19. BENOUFELLA F., VEZIE C., LAPLANCHE A. & BERTRU G. (1995). "Detection of the toxicity of cyanobacterial strains by *Artemia Salina* and Microtox assays". 1st international Congress on Toxic Cyanobacteria - Roskilde, Danemark: pp 20-24.
20. BERLAND L. (1999 a) – Atlas des Hyménoptères de France, Belgique et Suisse. Tome I. Ed. Boubée. Paris, 157p.
21. BERLAND L. (1999 b) – Atlas des Hyménoptères de France. Tome II. Ed. Boubée. Paris. 198p.
22. BIGOT L. et BODOT P. (1973) - Contribution à l'étude biocénotique de la garrigue à *Quercus coccifera* – Composition biotique du peuplement des invertébrés. *Vie et Milieu*, Vol. 23, Fasc. 2 (Sér. C) : 229-249 pp.
23. BLONDEL J. (1975) – L'analyse des peuplements d'oiseaux. Élément d'un diagnostic écologique. La méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (E.F.P). *Rev.Ecol. (Terre et Vie)*, Vol. 29, (4). 533-589 pp.
24. BLONDEL J. (1979) – Biologie et écologie. Éd. Masson, Paris. 173p.
25. BOURRELLY P. (1970) - Ordre des Euglénales. In: Les Algues d'eau douce. Ed. Boubée et Cie. Paris, : pp123-159.
26. BOUZID A. (2003) – Bioécologie des oiseaux d'eau dans les chotts d'Ain El-Beida et d'Oum Er-Raneb (Région d'Ouargla). Thèse de Magister en Agronomie. INA El Harrach Alger. 136p.

27. CIHAR J. et CEPICKA A. (1979) – Reptiles et amphibiens. Atlas illustré, collection : approche de la nature. Éd. Gründ. Paris, 189 p.
28. CHENCHOUNI H. (2007) - Diagnostic écologique d'un Site proposé Ramsar : Chott de DJENDLI (Batna - Algérie). Mémoire Ing. Dep. Biol. Univ. Batna, 122p.
29. COLAS G. (1983) – Guide de l'entomologie. Ed. Boubée et Cie, Paris. 11-225 pp.
30. COSTA L.T., FARINHA J.C., HECKER N. et TOMAS VIVES P. (1996) - Inventaire des zones humides méditerranéennes. Manuel de référence. Publication Medwet / Wetlands International / Instituto da Conservação da Natureza. Volume I, Lisbonne, 111p.
31. COWARDIN L.M., CARTER V., GOLET F.C. et LAROE E.T. (1979) - Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States. US Fish and Wildlife service.
32. DAJOZ R. (1975) – Précis d'écologie. Éd. Dunod, Paris. 434p.
33. DAJOZ R. (1982) – Précis d'écologie. Éd. Gauthier-Villars. Paris, 503p.
34. DAJOZ R. (1985) – Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris. 505p.
35. DARLEY B. (1985) – Systématique des vertébrés. Éd. Office des Publications Universitaires (O.P.U.), Alger. 124p.
36. DELLIOU P. (2003) – Les barrages conception et maintenance. ENTPE, Presses universitaires de Lyon. 270p.
37. DENALY S. (2007) – Guidelines for participants in the International Waterbird Census (IWC). Wetlands International edition, Netherlands, 14 p.
38. DIERL W. et RING W. (2006) – Guide des insectes : La description, l'habitat, les mœurs. Ed. Delachaux et Niestlé. Paris, 237.
39. DUBOIS P.J. et OLIOSO G. (2003) – *Guide des oiseaux* : Réalisation de sélection du Reader's Digest. France. 319p.
40. EMBERGER L. (1971) – Travaux de botanique et d'écologie. Éd. Masson et Cie, France. 520p.
41. ETCHECOPAR R. et HUE E. (1964) – Les oiseaux du Nord de l'Afrique. Ed. Boubée et Cie. Paris, 606p.

42. FUSTEC. E et LEFEUVR E. JC (2000) - Fonction et valeurs des zone humides. Ed. Dunod, Paris, p 426.
43. GOUSCOV.N (1952) - XIX^e congrès géologique internationale, la géologie et les problèmes de l'eau en Algérie, tome I ; Elément de technologie des barrages algériens et de quelques ouvrages annexe, le Barrage de Foug El Gherza, p.
44. HALTERNORTH T. et DILLER H. (1985) – Mammifères de l'Afrique du Nord et de Madagascar. Éd. Delachaux et Niestlé. 397p.
45. HECKER N. et TOMAS VIVES P. (1995) - Statut et inventaires des zones humides dans la région méditerranéenne. IWR Publication N 38, Information Press, Oxford, UK, 146p.
46. HEINZEL H., FITTER R. et PARSLOW J. (1992) – Oiseaux d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen Orient. Éd. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel. 320p.
47. HOUADEF R. et SALEM D. (2008) – Monographie écologique de la zone humide du barrage Koudiat M'daouar (Timgad, Batna). Dep. Biol. Univ. Batna, 103p.
48. ISENMANN P. et MOALI A. (2000) - The birds of Algeria – Les oiseaux d'Algérie. Soc. Études Ornithol. France, Muséum Nat. Hist. Nat., Paris. 336p.
49. KREBS C. J. (1989) – Ecological methodology. Harper and Row. New York, 386p.
50. LAMOTTE M. et BOURLIERE F. (1969) – Problème d'écologie : L'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres. Ed. Masson et Cie, Paris, 304p.
51. LEBERRE M. (1991) - Faune du sahara Poissons- Amphibiens-Reptiles. Ed. Raymond, Paris, 355 p.
52. MAGURRAN A.E. (1988) – Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Priceton, New Jersey. 179p.
53. MATHIEU C. et PIELTAIN F. (2003) – Analyse chimique des sols –Méthodes choisies. Paris, 387p.
54. MELLAL F. et MESSAOUDI A. (2006) – Monographie écologique d'une zone humide du sud constantinois (La mare de Madracen – Batna). Mémoire Ing. Inst. Bio. Batna. 46p.
55. MESSAMAH N. et ACHOURI L. (2009) – Approche Bio-Ecologique du peuplement phytoplanctonique du Barrage de Koudiet M'Douar (Timgad, Batna). Mémoire Ing. Dep. Biol. Univ. Batna, 88p.

56. MICHEL R. (1987) - Atlas du phytoplankton marin "DIATOMOPHYCEES Volume II".
Muséum National d'Histoire Naturelle.
57. MORDJI D. (1989) – Étude faunistique dans la réserve naturelle des monts de Babor. Mém.
Ing. Agr., I. N. A. El Harrach. Alger. 100p.
58. MULHAUSER B. et MONNIER C. (1995) – Guide de la faune et de la flore, des lacs et des
étangs d'Europe. 448p.
59. NEDJAH M. C. (1992) - Contribution à l'étude bioécologique de Chott Tincilt et de son
avifaune. Mémoire Ing. Inst. Agr. Univ. Batna, 84p.
60. NELSON J. (1994) – Fishes of the world. 3^{ème} eds. John Wiley and sons, New york, 600p.
61. OZENDA P. (1991) - Flore et Végétation du Sahara. Troisième Edition – CNRS Edition.
Paris, 662p.
62. PEARCE F. (1996) - L'enjeu de l'eau. Booklet Med Wet / Tour du Valat, N°5.
France, 82p.
63. PEARCE F. et CRIVELLI A. J. (1994) - Caractéristiques générales des zones humides
méditerranéennes. Bouklet Med Wet / Tour de Valat, N°1. France, 88p.
64. PERRIER R. (1961) – La faune de la France – Tome VI : Les Coléoptères. 2^e Partie. Ed.
Lib. Delagrave. Paris, 230p.
65. PERRIER R. (1963) – La faune de la France – Tome VIII : Les Diptères. Ed. Lib. Delagrave.
Paris, 216p.
66. PERRIER R. (1964) – La faune de la France – Tome V : Les Coléoptères. 1^{ère} Partie, Ed.
Lib. Delagrave. Paris, 192p.
67. POTELLON J.L (1998) – Le guide des analyses de l'eau potable. Paris, 156p.
68. QUEZEL P. et SANTA S. (1963) - Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques ME
RID IONALES. Tome I et II. Ed. CNRS. France. Paris, 1170p.
69. RAMADE F. (1984) - Eléments d'écologie : Ecologie fondamentale. Ed. Mc. Graw – Hill,
Paris, 397p.
70. RAMADE F. (2003) - Eléments d'écologie : Ecologie fondamentale. 3^{ème} édition, Dunod,
Paris, 690p.
71. REJSEK F. (2002) – Analyse des eaux, Aspects réglementaire et techniques. Série : Sciences
et techniques de l'environnement. Paris, 360p.

72. RODIER G. (2005) – L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8^{ème} Ed. Dunod, Paris, 1383p.
73. SAHAGIAN D., MELACK J., BIRKETT C., CHANTON J., DUNNE T., ESTES J., FINLAYSON M., FRESCO L., GOPAL B., HESS L., HOLLIS T., JUNK W., KLEMAS V., MATTHEWS E., MERTES L., MORRISSEY L., ROGERS K., RASOOL I., ROULET N., SASS R., SIPPEL S., SVENSSON B., TAMURA M., VICTORIA R. et YASUOKA Y. (1998) – Global wetland distribution and function characterization. Trace gases and hydrologic cycle. Ed. International Geosphere, Biosphere Programme (IGBP), Report 46, Stockholm, 92p.
74. SI BACHIR A. (2007) – Bio-écologie et facteurs d'expansion du Héron garde-bœufs, *Bubulcus ibis* (Linné, 1758). Dans la région de la Kabylie de la Soummam et en Algérie. Thèse Doctorat d'État. Université de Sétif, 247p.
75. SKINNER J. et ZALEWSKI S. (1995) - Fonctions et valeurs des zones humides méditerranéennes. Booklet Medwet/Tour du valat, N°2. France, 80p.
76. SOURNIA A. (1978) .Phytoplankton Manul. Manographs on oceanographic methodology. N°, 6, UNESCO. Paris, p337.
77. SOURNIA A. (1986). Atlas du phytoplankton marin : Volume 1 - Cyanophycées, Dictyochophycées, Dinophycées, Raphidophycées. Ed. CNRS. Parris, 219 pp.
78. SOURNIA A., ERARD-LE DENN E., GRZEBYK D., LASSUS P et PARTENSKY F. (1990). Plancton nuisible sur les côtes de France. *Pour la Science*, 153p.
79. TABIB R (2009) – Etude de la biologie de reproduction des Turidés nicheurs (Merle noir : *Turdus merlus* liné, 1758 et Agrobate roux : *Cercotirichas galactotes* Temminak, 1820) dans les oasis de Biskra. Mémoire Magister. Dep. Agr. Univ. Biskra, 84p.
80. TARAI N. (1997) - Le climat, la faune et la flore ». Etude de recherche, Association Pour la protection pour l'environnement ». 20p.
81. THERRIault L.B., POULIN M. et BOSSE L. (1999) – Guide d'identification du phytoplankton marin de l'estuaire et du golfe du Saint- Laurent. Ed. NRC : Research press. Paris. 387 p.

Sites web consultés :

Site web 1: <http://www.ramsar.org>

Site web 2: <http://www.anbt.fr>

Site web 3: <http://www.gogleeath.com>

Annexes

ANNEXES

**Annexe 1 : Zones humides algériennes inscrites sur la liste de la convention de
RAMSAR des zones humides d'importance internationale (site web 1).**

N	Nom du site	Wilaya	Date d'inscription	Superficie (hectares)	Coordonnées géographiques
1	Lac Oubeïra	El Tarf	04/11/83	3.160	36°50'N 08°23'E
2	Lac Tonga	El Tarf	04/11/83	2.700	36°53'N 08°31'E
3	Lac des Oiseaux	El Kala	22/03/99	120	36°42'N 08°07'E
4	Chott El Hodna	M'Sila. Batna	02/02/01	362.000	35°18'N 04°40'E
5	Les Gueltates d'Issakarassene	Tamanrasset	02/02/01	35.100	22°25'N 05°45'E
6	La Vallée d'Iherir	Illizi	02/02/01	6.500	25°24'N 08°25'E
7	Complexe de zones humides de la plaine de Guerbes-Sanhadja	Skikda. El Tarf	02/02/01	42.100	36°53'N 07°16'E
8	Chott Merrouane et Oued Khrouf	El Oued	02/02/01	337.700	33°55'N 06°10'E
9	Marais de la Macta	Mascara. Mostaganem. Oran	02/02/01	44.500	35°41'N 00°10'W
10	Oasis de Tamantit et Sid Ahmed Timmi	Adrar	02/02/01	95.700	27°45'N 00°15'E
11	Oasis de Ouled Saïd	Adrar	02/02/01	25.400	29°24'N 00°18'E
12	Sebkha d'Oran	Oran	02/02/01	56.870	35°22'N 00°48'E
13	Chott de Zehrez Chergui	Djelfa	04/06/03	50.985	35°15'N 03°30'E
14	Chott de Zehrez Gharbi	Djelfa	04/06/03	52.200	34°58'N 02°44'E
15	Aulnaie de Aïn Khïar	El Tarf	04/06/03	180	36°40'N 08°20'E
16	Tourbière du Lac Noir	El Tarf	04/06/03	5	36°54'N 08°12'E
17	Chott Melghir	El Oued. Biskra. Khenchela	04/06/03	551.500	34°15'N 06°19'E
18	Grotte karstique de Ghar	Tlemcen	04/06/03	20.000	34°42'N 01°18'E

	Boumâaza				
19	Gueltates Afilal	Tamanrasset	04/06/03	20.900	23°09'N 05°46'E
20	Lac de Fetzara	Annaba	04/06/03	20.680	36°47'N 07°32'E
21	Le Cirque de Aïn Ouarka	Nâama	04/06/03	2.350	32°44'N 00°10'E
22	Marais de la Mekhada	El Tarf	04/06/03	8.900	36°48'N 08°00'E
23	Oasis de Moghrrar et de Tiout	Nâama	04/06/03	195.500	32°53'N 00°40'E
24	Réserve Naturelle du Lac de Béni-Bélaïd	Jijel	04/06/03	600	36°53'N 06°05'E
25	Réserve Naturelle du Lac de Réghaïa	Alger	04/06/03	842	36°46'N 03°20'E
26	Tourbière du Lac Noir	El Tarf	04/06/03	5	36°54'N 08°12'E
27	Chott Aïn El Beïda	Ouargla	12/12/04	6.853	31°58'N 05°22'E
28	Chott El Beïdha – Hammam Essoukhna	Sétif. Batna	12/12/04	12.223	35°55'N 05°45'E
29	Chott Oum El Raneb	Ouargla	12/12/04	7.155	32°02'N 05°22'E
30	Chott Tinsilt	Oum El Bouaghi	12/12/04	2.154	35°53'N 06°29'E
31	Chott Sidi Slimane	Ouargla	12/12/04	616	33°17'N 03°45'E
32	Dayet El Ferd	Tlemcen	12/12/04	3.323	34°28'N 01°15'E
33	Garaet Annk Djemel et El Merhsel	Oum El Bouaghi	12/12/04	18.140	35°47'N 06°51'E
34	Garaet El Taref	Oum El Bouaghi	12/12/04	33.460	35°41'N 07°08'E
35	Garaet Guellif	Oum El Bouaghi	12/12/04	24.000	35°47'N 06°59'E
36	Les Salines d'Arzew	Oran. Mascara	12/12/04	5.778	35°40'N 00°81'E
37	Lac de Télamine	Oran	12/12/04	2.399	35°43'N 00°23'E
38	Sebkhet Bazer	Sétif	12/12/04	4.379	36°05'N 05°41'E
39	Sebkhet El Hamiet	Sétif	12/12/04	2.509	35°55'N 05°33'E
40	Oglat Ed Daïra	Nâama	12/12/04	23.430	33°18'N 01°48'E
41	Réserve Intégrale du Lac El Mellah	El Tarf	12/12/04	2.257	36°53'N 08°20'E

42	Sebkhet El Melah	Ghardaia	12/12/04	18.,947	30°25'N 02°55'E
43	Marais de Bourdim El	Tarf	18/12/09	11	36°48'N 08°15'E
44	Sebkhet Ezzmoul	Oum El Bouaghi	18/12/09	6.765	35°53'N 06°30'E
45	Lac Boulhilet	Oum El Bouaghi	18/12/09	856	35°45'N 06°48'E
46	Vallée de l'oued Soummam	Béjaia	18/12/09	12.453	36°42'N 05°00'E
47	Garaet Timerganine	Oum El Bouaghi	18/12/09	1.460	35°40'N 06°58'E

Annexe 2 : Caractéristiques générales des principaux barrages d'Algérie (Site web 2).

Barrages	Wilaya	Année de mise en service	Surfaces km ² (Capacité (hm ³)
Djorf Etorba	Bechar	1969	22.000	269,4
S.M.B.Aouda	Relizane	1978	4.890	159,4
K'Sob	M'sila	1977	1.310	15,6
Bakhadda	Tiaret	1959	1.300	43,8
Foum El Gherza	Biskra	1950	1.280	16,9
Fontaine des Gazelles	Biskra	2000	-	55,5
Oued Fodda	Chlef	1932	800	125,5
Bouroumi	Blida	1985		
Tichi Haf	Béjaia	2007		
Zardezas	Skikda	1974	345	25,3
Sarno	Sidi Bel Abbés	1954	264	21,16
Ghrib	Ain Defla	1939	23.300	145,2
Deurdeur	Ain Defla	1984	-	110,2
S M B T.Taiba	Ain Defla	2005	-	75
Harreza	Ain Defla	1984	-	69,2
Oued El Mellouk	Ain Defla	2003	-	33
Kt Lamdaouar	Batna	2003	-	60

Ain Zada	B Arreridj	1986	-	121,7
Tilesdit	Bouira	2004	-	164,55
Lakhel	Bouira	1985	-	29
Keddara	Boumerdes	1985	-	143,8
Beni Amrane	Boumerdes	1988	-	6
Hamiz	Boumerdes	1935	139	15,6
Sidi Yakoub	Chlef	1985	-	278,5
Brezina	El Bayadh	2000	-	122,5
Hammam Debagh	Guelma	1987	-	216,2
El Agrem	Jijel	2000	-	33,9
Babar	Khenchela	1995	-	41
Foum El Gueiss	Khenchela	1939	156	0,48
Kramis	Mostaganem	2004	-	45,38
Fergoug	Mascara	1970	-	3,93
Ouizert	Mascara	1986	-	90,83
Bou Hanifia	Mascara	1984	7.000	48,4
Cheurfas II	Mascara	1954	4.150	81
Harbil	Médéa	1988	-	1
Ladrat	Médéa	1989	-	9
Boughzoul	Médéa	1934	20.500	11,7
Beni Haroun	Mila	2003	-	960
H.Grouz	Mila	1987	-	44
Merdjet S.Abed	Relizane	1984	-	48
Gargar	Relizane	1988	-	437,1
Ain Dalia	Souk Ahras	1987	-	76
Oued Cherf	S.Ahras	1995	-	157
Guenitra	Skikda	1984	-	124
Beni Zid	Skikda	1992	-	40
Zit Emba	Skikda	2001	-	120
Mexa	Et Tarf	1999	-	47
la Cheffia	El Tarf	1965	575	167,1
Dahmouni	Tiaret	1987	-	38,6

Meurad	Tipaza	1960	-	0,25
Boukerdane	Tipaza	1992	-	96
K. Rosfa	Tissemsilet	2004	-	75
C. Bougara	Tissemsilet	1989	-	11
Taksebt	Tizi Ouzou	2001	-	175
Meffrouch	Tlemcen	1963	-	14,5
Sidi Abdelli	Tlemcen	1988	-	106
Sikkak	Tlemcen	2004	-	27
Souani	Tlemcen	-	-	17,6
Beni Bahdels	Tlemcen	1952	1.016	55,5
H.Boughrara	Tlemcen	1999	-	177

(- : Absence de données).

Annexe 3 : Espèces floristiques signalées dans la région de Biskra : Nom scientifique et familles (Synthèse de données contenus dans : DGF, 2007 in TABIB, 2009; TARAI, 1997 in AMMARI et MEZIANI, 2008.

Famille	Espèce	Famille	Espèce
Chenopodiaceae	<i>Arthrophytum scoparium</i>	Poaceae	<i>Aristida pungens</i>
	<i>Arthrophytum schmittianum</i>		<i>Cutandia dichotoma</i>
	<i>Anabasis articulata</i>		<i>Cynodon dactylon</i>
	<i>Salsola vermiculata</i>		<i>Lolium multiflorum</i>
	<i>Salsola tetrandra</i>		<i>Stipa tenacissima</i>
	<i>Salsola sieberi</i>		<i>Stipa parviflora</i>
	<i>Suaeda fruticosa</i>		<i>Stipa lagascae</i>
	<i>Atriplex halimus</i>		<i>Schismus barbatus</i>
	<i>Atriplex dimorphostegia</i>		<i>Ampelodesma mauritanicum</i>
	<i>Chenopodium murale</i>		<i>Bromus sp</i>
	<i>Haloscylon articulatum</i>		<i>Calligonum comosum</i>
Asteraceae	<i>Artemisia herba alba</i>	Polygonaceae	<i>Rumex simpliciflorus</i>
	<i>Artemisia campestris</i>		<i>Rumex sp</i>
	<i>Atractylis serratuloides</i>		<i>Colocynthis vulgaris</i>
	<i>Chrysanthemum fuscatum</i>	Curcubitaceae	<i>Rachallium elaterium</i>
	<i>Xanthium spinosum</i>		<i>Farsetia aegyptiaca</i>
	<i>Xanthium sp</i>		<i>Diploaxis harra</i>
Asphodelaceae	<i>Asphodelus tenuifolius</i>	Brassicaceae	<i>Diploaxis acris</i>
Fabaceae	<i>Astragalus armatus</i>		<i>Moricandia arvensis</i>
	<i>Retama raetam</i>		<i>Pseuderucaria teretifolia</i>
	<i>Genista microcephala</i>		<i>Mathiola sp</i>
	<i>Accacia sp</i>		Ephedraceae

	<i>Hedysarum sp</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbia guyoniana</i>
<i>Boraginaceae</i>	<i>Echium pycnanthum</i>	<i>Cupressaceae</i>	<i>Juniperus phoenicea</i>
	<i>Echium trigorhizum</i>		<i>Juniperus oxycedrus</i>
	<i>Heliotropium europium</i>		<i>Cupressus sempervirens</i>
	<i>Heliotropium supium</i>	<i>Oleaceae</i>	<i>Olea sp</i>
	<i>Nonea micrantha</i>	<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus halepensis</i>
	<i>Cynoglossum pictum</i>	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus ilex</i>
<i>Apiaceae</i>	<i>Ferula cossoniana</i>	<i>Casuarinaceae</i>	<i>Casuarina sp</i>
<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Gymnocarpus decander</i>	<i>Myrtaceae</i>	<i>Eucalyptus sp</i>
<i>Cistaceae</i>	<i>Cistus villosus</i>	<i>Renonculaceae</i>	<i>Adonis microcarpa</i>
	<i>Helianthemum lippii</i>		<i>Adonis aestivalis</i>
	<i>Helianthemum sp</i>		<i>Ranunculus arvensis</i>
<i>Asteraceae</i>	<i>Launaea acanthoclada</i>		<i>Ranunculus muricatus</i>
	<i>Launaea glomerata</i>		<i>Ranunculus tribbus</i>
	<i>Onopordon arenarium</i>		<i>Dephinium cardiopetalu</i>
	<i>Rhantherium suaveolens</i>	<i>Papaver hybridum</i>	
<i>Malvaceae</i>	<i>Malva aegyptiaca</i>	<i>Papaveraceae</i>	<i>Papaver rhoeas</i>
	<i>Malva sylvestris</i>		<i>Roemeria hybrida</i>
	<i>Malva nicoeinsis</i>		<i>Glaucium corniculatum</i>
	<i>Malva parviflora</i>		<i>Hypecoum pectinata</i>
	<i>Athaea ludwigii</i>		<i>Malcomia africana</i>
	<i>Hibiscus trionum</i>		<i>Sisybrium officinale</i>
<i>Lamiaceae</i>	<i>Marrubium deseti</i>	<i>Crucifereae</i>	<i>Sisybrium irio</i>
	<i>Rosmarinus officinallis</i>		<i>Sisybrium runcinatum</i>
	<i>Thymus algeriensis</i>		<i>Sisybrium erysimoides</i>
	<i>Lavandula antineae</i>		<i>Erysimim kunzeanum</i>
<i>Geraniaceae</i>	<i>Monsonia heliotropioides</i>		<i>Clyeala jonthalaspis</i>
	<i>Geranium dessectum</i>		<i>Capsella bursa pastoris</i>
	<i>Erodium laciniatum</i>		<i>Iberis pectinata</i>
	<i>Erodium ciconium</i>		<i>Sinapis arvensis</i>
	<i>Erodium cicutarium</i>		<i>Sinapis geniculata</i>
	<i>Erodium moschatum</i>		<i>Moricandia arvensis</i>
	<i>Erodium malachoides</i>	<i>Diploaxis erucoides</i>	
	<i>Erodium arborescens</i>	<i>Eruca sativa</i>	
	<i>Erodium glaucophyllum</i>	<i>Resida alba</i>	
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Pistacia atlantica</i>	<i>Resedaceae</i>	<i>Resida phyteuma</i>
	<i>Rhus tripartitum</i>		<i>Resida lutea</i>
<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago albicans</i>		<i>Reseda decursiva</i>
<i>Zygophyllaceae</i>	<i>Peganum harmala</i>		<i>Reseva sp</i>
	<i>Tribulus terrestris</i>		<i>Franliniaceae</i>
	<i>Fagonia latifolia</i>	<i>Kentrophyllum lanatum</i>	
<i>Zygophyllum album</i>	<i>Silybum eburneum</i>		
<i>Thymelaeaceae</i>	<i>Thymelaea microphylla</i>	<i>Carduus confertus</i>	
	<i>Thymelaea hirsuta</i>	<i>Carduus pycnocephalus</i>	
<i>Tamaricaceae</i>	<i>Tamarix africana</i>	<i>Calenduleae</i>	<i>Anacychus tomentosus</i>
	<i>Tamarix gallica</i>		<i>Calendula arvensis</i>
	<i>Tamarix articulata</i>		<i>Centaurea militensis</i>
<i>Rhamnaceae</i>	<i>Zizyphus lotus</i>		<i>Centaurea nicocensis</i>

<i>Globulariaceae</i>	<i>Globularia alypum</i>		<i>Centaurea calcitrapa</i>
<i>Synanthreraraceae</i>	<i>Bellis annus</i>	<i>Lytraceae</i>	<i>Lythrum myssopifolium</i>
	<i>Micropus supinus</i>	<i>Aizoaceae</i>	<i>Mesembryantherum</i>
	<i>Micropus bombycinus</i>		<i>Midiflorum</i>
	<i>Pallenis spinosa</i>	<i>Ombellifereae</i>	<i>Aieoon hispanicum</i>
	<i>Perideria fuscata</i>		<i>Apium graveolens</i>
	<i>Xanthium antiquorum</i>		<i>Ammi visenga</i>
	<i>Chrysanthemum segetum</i>		<i>Carum mauritanicum</i>
	<i>Chrysanthemum coronarium</i>		<i>Carum foetidum</i>
<i>Filago jussioe</i>		<i>Scandix australis</i>	
<i>Papilionaceae</i>	<i>Medicago lupulina</i>	<i>Rubiaceae</i>	<i>Rubia tinctorum</i>
	<i>Medicago apuculata</i>		<i>Golium saccharatum</i>
	<i>Medicago denticulata</i>	<i>Scrophulariaceae</i>	<i>Verbascum sinuatum</i>
	<i>Medicago pentacycla</i>	<i>Urticaceae</i>	<i>Forskahlea tenacissima</i>
	<i>Medicago tribuloides</i>	<i>Solanaceae</i>	<i>Solanum nigrum</i>
	<i>Medicago ciliaris</i>		<i>Datura stramonium</i>
	<i>Trigonella foenum groecum</i>	<i>Scrofulariaceae</i>	<i>Veronica anagallis</i>
	<i>Trigonella monspeliaca</i>		<i>Linaria spuria</i>
	<i>Melilotus parviflora</i>		<i>Verbascum sinatum</i>
	<i>Melilotus messanensis</i>	<i>Silenoideae</i>	<i>Silene inflata</i>
	<i>Melilotus sulcata</i>		<i>Silene rubelle</i>
	<i>Trifolium fragiferum</i>		<i>Silene nocturna</i>
	<i>Trifolium tomentosum</i>		<i>Silene muscipula</i>
	<i>Astragalus hamasus</i>	<i>Alsinoideae</i>	<i>Stellaria media</i>
	<i>Scorpiurus sulcata</i>	<i>Coryphyllaceae</i>	<i>Spergularia media</i>
<i>Arthrolobium scorioides</i>	<i>Spergularia arvensis</i>		
<i>Vicia calcarata</i>	<i>Pteranthus echinatus</i>		
<i>Hypericaceae</i>	<i>Hypericum tomentosum</i>	<i>Linaceae</i>	<i>Linum strictum</i>

Annexe 4 : Espèces faunistiques signalées dans la région de Biskra : Nom scientifique, nom français et systématique (Synthèse de données contenus dans LE BERRE (1989, 1990), FARHI, 2004 et CRF, 2008 in TABIB, 2009; LE BERRE, 1991 in AMMARI et MEZIANI, 2008.

Classe	Ordre	Famille	Espèce	Nom commun
Poisson	Cyprinodontiformes	<i>Poeciliidae</i>	<i>Gambusia affinis</i>	Gambusie
		<i>Cyprinodontidae</i>	<i>Aphanius fasciatus</i>	Cyprinodon rubanné
	Perciformes	<i>Cichlidae</i>	<i>Astatotilapia desfontaine</i>	Spare de Desfontaines
			<i>Tilapia zillii</i>	Tilapie de zill
	Siluriformes	<i>Clariidae</i>	<i>Clarias gariepinus</i>	Silure de l'Oued Imbirou
	Cypriniformes	<i>Cyprinidae</i>	<i>Pseudophoxinus callensis</i>	Ablette d'orient
			<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Carpe prussienne
			<i>Carassius gibelio</i>	Carpe argenté
			<i>Barbus setivimensis</i>	Barbeau
			<i>Barbus biscarensis</i>	Barbeau de Biskra
	Amphibia	Anoura	<i>Bufo</i>	<i>Bufo mauritanicus</i>
<i>Bufo bufo</i>				crapaud commun
<i>Bufo viridis</i>				Crapaud vert
<i>Discoglossidae</i>			<i>Discoglossus pictus</i>	Disclosse peint
<i>Ranidae</i>			<i>Rana esculenta</i>	Grenouille verte
			<i>Rana ridibunda</i>	Grenouille rieuse
Ophidia		<i>Varanidae</i>	<i>Varanus griseus</i>	Varan de désert
			<i>Macroprotodon cucullatus</i>	Couleuvre a capuchon
		<i>Colubridae</i>	<i>Psammophis sibilans</i>	Couleuvre sifflante
			<i>Natrix maura</i>	Couleuvre Vipérine
			<i>Lytorhynchus diadema</i>	Couleuvre diadème
			<i>Malpolan moilensis</i>	Couleuvre moila
			<i>Coluber florulentus</i>	Couleuvre d'Algérie
			<i>Spalorosophis diadima</i>	Couleuvre diadème
	<i>Coluber sp</i>			
	<i>Viperidae</i>		<i>Cerastes cerastes</i>	Vipère corne
<i>Cerastes vipera</i>		Vipère céraсте		
<i>Echis leucogastre</i>		Vipère minute		

Reptilia	Squamata	Geckonidae	<i>Stenodactylus stenodactylus</i>	Stenodactyle élégant
			<i>Stenodactylus petriei</i>	Gecko de pétrie
			<i>Tarentola mauritanica</i>	Tarente des murailles
			<i>Tarentola neglecta</i>	Tarente dédaignée
		Geckonidae	<i>Tropiocolotes tripolitanus</i>	Tropiocolote d'Algérie
		Leptotyphlopidae	<i>Leptotyphlops macrorhynchus</i>	Serpent minute
		Boidae	<i>Eryx jaculus</i>	Boa des sables
		Chamaeleontidae	<i>Chamaeleo Chamaeleon</i>	Chaméléon commun
		Lacertidae	<i>Acanthodactylus boskianus</i>	Acanthodactyle rugueux
			<i>Acanthodactylus pardalis</i>	Lézard léopard
			<i>Acanthodactylus vulgaris</i>	Acanthodactyle à queue
			<i>Mesalina rubropunctata</i>	Erémias à points rouges
			<i>Lacerta lepida</i>	Lézard ocellé
			<i>Lacerta muralis</i>	Lézard des murailles
			<i>Lacerta sp.</i>	
			<i>Psammmodromus algirus</i>	Agire
		Scincidae	<i>Mabuya vittata</i>	Mabuy, Scinque rayé
			<i>Scincus scincus</i>	Poisson de sables
			<i>Sphénops sepsoides</i>	Scinque de Berbère
		Elapidae	<i>Naja haje</i>	Cobra de l'Afrique du Nord
Agamidae	<i>Agama mutabilis</i>	Agame variable		
	<i>Agama impalearis</i>	Agame de bibron		
	<i>Uromastix acanthinurus</i>	Fouette queue		
Aves	Falconiformes	Accipteridae	<i>Buteo rufinus</i>	Bus féroce
			<i>Neophron percnopterus</i>	Percnoptère d'Egypte
		Falconidae	<i>Falco tinunculus</i>	Faucon crécerelle
			<i>Falco naumanni</i>	Faucon crécerellette
	Gruiformes	Rallidae	<i>Rallus aquaticus</i>	Râle d'eau
	Galiformes	Phasianidae	<i>Coturnix coturnix</i>	Caille de blés
	Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Pigeon biset
			<i>Streptopelia senegalensis</i>	Tourterelle maillée
<i>Streptopelia decaocto</i>			Tourterelle turque	

Aves	<i>Columbiformes</i>	<i>Columbidae</i>	<i>Streptopelia turtur</i>	Tourterelle des bois
	<i>Ciconiiformes</i>	<i>Ciconiidae</i>	<i>Ciconia ciconia</i>	Cigogne blanche
		<i>Ardeidae</i>	<i>Ardea cinerea</i>	Héron cendré
			<i>Egretta garzetta</i>	Aigrette garzette
	<i>Charadriiformes</i>	<i>Charadriidae</i>	<i>Charadius dubius</i>	Petit Gravelot
			<i>Charadrius hiaticula</i>	Grand gravelot
			<i>Charadrius sp.</i>	Gravelot ind
		<i>Recurvirostridae</i>	<i>Himantopus himantopus</i>	Echasse blanche
	<i>Strigiformes</i>	<i>Tytonidae</i>	<i>Tyto alba</i>	Chouette effraie
			<i>Athene noctua saharae</i>	Chouette chevêche
		<i>Strigidae</i>	<i>Bubo bubo ascalaphus</i>	Hiboux grand-duc
	<i>Coraciiformes</i>	<i>Upopidae</i>	<i>Upupa epops</i>	Huppe fasciée
	<i>Passériformes</i>	<i>Alaudidae</i>	<i>Alauda arvensis</i>	Alouette de champs
			<i>Melanocorypha calandra</i>	Alouette calandre
			<i>Galerida cristata</i>	Cochevis huppé
			<i>Ammomanes deserti</i>	Ammomane du désert
		<i>Laniidae</i>	<i>Lanius excubitor</i>	Pie grièche grise
			<i>Lanius senator</i>	Pie grièche à tête rousse
		<i>Muscicapidae</i>	<i>Muscicapa striata</i>	Gobe mouche gris
			<i>Ficedula hypoleuca</i>	Gobe mouche noire
		<i>Hirundinidae</i>	<i>Delicon urbica</i>	Hirondelle de fenêtre
			<i>Hirundo rustica</i>	Hirondelle de cheminée
			<i>Riparia riparia</i>	Hirondelle de rivage
		<i>Turdidae</i>	<i>Oenanthe leucopyga</i>	Traquet à tête blanche
			<i>Phoenicurus moussieri</i>	Rubiette de moussier
			<i>Turdus merula</i>	Merle noir
		<i>Pycnonotidae</i>	<i>Turdoides fulvus</i>	Cratérope fauve
<i>Sturnidae</i>		<i>Sturnus vulgaris</i>	Etourneau	
<i>Sylviidae</i>		<i>Sylvia atricapila</i>	Fauvette à tête noire	
		<i>Phylloscopus collibita</i>	Pouillot véloce	
		<i>Phylloscopus fuscatus</i>	Pouillot brun	
<i>Ploceidae</i>		<i>Passer domesticus sp. hispaniolensis</i>	Moineau hybride	
<i>Fringellidae</i>	<i>Serinus serinus</i>	Serin cini		
	<i>Carduelis chloris</i>	Verdier d'Europe		
<i>Motacillidae</i>	<i>Carduelis carduelis</i>	Chardonneret		

				élégant	
Aves	Passériformes	<i>Motacillidae</i>	<i>Motacilla alba</i>	Bergeronnette grise	
		<i>Emberizidae</i>	<i>Emberiza striolata</i>	Bruant striolé	
	Anseriformes	Anatidae	<i>Anas clypeata</i>		Canard souchet
			<i>Anas strepera</i>		Canard chipeau
			<i>Anas platyrhynchos</i>		Canard colvert
			<i>Anas penelope</i>		Canard siffleur
			<i>Anas crecca</i>		Sarcelle d'hiver
			<i>Tadorna ferruginea</i>		Tadorne casarca
			<i>Tadorna tadorna</i>		Tadorne de Belon
	Phoenicopteriformes	<i>Phoenicopteridae</i>	<i>Phoenicopus ruber</i>		Flamant rose
	Charadriiformes	<i>Scolopacidae</i>	<i>Gallinago gallinago</i>		Bécassin des marais
			<i>Tringa totanus</i>		Chevalier gambette
			<i>Tringa erythropus</i>		Chevalier arlequin
			<i>Actitis hypoleucos</i>		Chevalier guignette
	Podicipediformes	<i>Podicipedidae</i>	<i>Podiceps cristatus</i>		Grèbe huppé
			<i>Tachybaptus ruficollis</i>		Grèbe castagneux
<i>Podiceps nigricollis</i>				Grèbe à cou noir	
Pélécaniformes	<i>Phalacrocoracidae</i>	<i>Phalacrocorax carbo</i>		Grand cormoran	
Mammalia	Chiroptera	<i>Rhinolophidae</i>	<i>Assellia tridens</i>	Trident du désert	
		<i>Vespertilionidae</i>	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de kûhl	
	Erinaceomorpha	<i>Erinaceidae</i>	<i>Eurinaceus algirus</i>		Hérisson de l'Algérie
			<i>Paraechinus aethiopicus</i>		Hérisson du désert
	Soricomorpha	<i>Soricidae</i>	<i>Crocidura russula</i>		Musaraigne musette
			<i>Crocidura whitakeri</i>		Musaraigne de whitaker
	Carnivora	<i>Canidae</i>	<i>Canis aureus</i>		Chacal commun
			<i>Vulpes vulpes</i>		Renard roux
			<i>Vulpes rueppelli</i>		Renard fanelique
			<i>Fennecus zerda</i>		Fennec
		<i>Mustelidae</i>	<i>Poecilictis libyca</i>		Zorille de Libye
		<i>Hyaenidae</i>	<i>Hyaena hyaena</i>		Hyène rayée
	Artiodactyla	<i>Felidae</i>	<i>Felis margarita</i>		Chat des sables
			<i>Felis sylvestris</i>		Chat ganté
			<i>Bovidae</i>	<i>Capra hircus</i>	
		<i>Bovidae</i>	<i>Ovis arius</i>		Mouton
Tylopoda	<i>Suidae</i>	<i>Gazella dorcas</i>		Gazelle dorcas	
		<i>Suidae</i>	<i>Sus scrofa</i>		Sanglier
	<i>Camelidae</i>	<i>Camelus dromedarius</i>		Dromadaire	

<i>Mammalia</i>	<i>Rodentia</i>	<i>Gerbillidae</i>	<i>Dipodillus compestris</i>	Gerbille champêtre
			<i>Gerbillus gerbillus</i>	Petit gerbille
			<i>Gerbillus nanus</i>	Gerbille naine
			<i>Gerbillus pyramidum</i>	Grande Gerbille
			<i>Pachyuromus duprasi</i>	Gerbille à queue en massue
		<i>Muridae</i>	<i>Meriones crassus</i>	Mérione du desert
			<i>Meriones libycus</i>	Mérione de libye
			<i>Meriones shawi</i>	Mérione de Shaw
			<i>Psammomys obesus</i>	Psammomys obèse
			<i>Rattus rattus</i>	Rat noir
			<i>Psammomys obesus</i>	Rat des sables
			<i>Mus musculus</i>	Souris domestique
		<i>Gliridae</i>	<i>Eliomys quercinus</i>	Lérot
	<i>Dipodidae</i>	<i>Jaculus jaculus</i>	Petit gerboise d’Egypte	
	<i>Hystriidae</i>	<i>Hystrix cristata</i>	Porc-épic	
	<i>Ctenodactylidae</i>	<i>Ctenodactylus vali</i>	Goundi du Sahara	
	<i>Lagomorpha</i>	<i>Leporidae</i>	<i>Lepus capensis</i>	Lièvre du Cap
<i>Lepus sp</i>			Lapin ind.	
<i>Chiroptera</i>	<i>Vespertilionidae</i>	<i>Plecotus austriacus</i>	Oreillard gris	
<i>Macroscelida</i>	<i>Macroscelidae</i>	<i>Elephantus rozeti</i>	Macroscélide de rozet	

Résumé :

Cette étude portant sur la bio-écologie des ressources biologiques du Barrage de Foug El Kherza zone humide artificielle (32 ha) menée de septembre 2008 à juin 2009 a permis la caractérisation des éléments tant biotiques qu'abiotiques du site. Elle nous a également permis d'avoir un aperçu sur son importance, en étudiant et en suivant plusieurs paramètres physico-chimiques du sol, de l'eau ainsi que la richesse floristique et faunistique.

Ainsi, nous avons déterminé le type du substrat et la qualité physicochimique, bactériologique et biologique de l'eau et nous avons noté l'existence de 38 espèces végétales, 49 espèces de phytoplancton et 168 espèces animales dont 113 invertébrés, 03 poissons, 04 Amphibiens, 07 Reptiles, 34 oiseaux et 07 mammifères.

Cette approche nous a permis de mettre en valeur les ressources biologiques du site, de déterminer son importance et d'aboutir à des suggestions de gestion et de conservation liées à son état socioéconomique dans une perspective d'un développement durable.

Mots clé : Diagnostic écologique, Zone humide, Barrage Foug El Kherza, Biodiversité, Analyses physico-chimiques du sol, Qualité de l'eau, Biskra,

ملخص :

ينتمي سد فم الخرزة (2 هكتار) إلى جموع المناطق الرطبة ولاية بسكرة. دت هذه الدراسة التي امتدت من سبتمبر 2008 إلى جوان 2009 من التقييم البيئي للعناصر الحيوية و اللاحيوية لهذه المنطقة كم سمحت هذه الدراسة بالتعرف على الأهمية الحقيقية لهذه المنطقة الرطبة و ذلك بعد دراسة و متابعة عدة خصائص فيزيائية و كيميائية للتربة وللماء، بالإضافة إلى التنوع النباتي و الحيواني للمنطقة .

تم من خلال هذه الدراسة التعرف على خصائص التربة و نوعية الماء، بالإضافة إلى إحصاء 8 صنف نباتي، 19 نوع من العوالق النباتية 68 صنف حيواني موزعة كالتالي 13 من لافقارات، 13 من السمك، 14 من ابرمائيات، 07 من زواحف، 4 من الديدان و 17 من الثدييات .

ومن جهة أخرى سمح لنا عرض جملة النتائج المتحصل عليها بتقييم الموارد البيولوجية الأساسية للمنطقة ؛ إظهار أهمية الموقع والخروج توصيات تسمح بحسن التسيير و المحافظة على المنطقة بما يسير مع وضعها الاجتماعي و الاقتصادي في إطار التنمية المستدامة .

الكلمات الدالة : تشخيص بيئي، منطقة رطبة، سد فم الخرزة، التنوع البيولوجي، تحاليل فيزيائية و كيميائية للتربة، نوعية الماء، بسكرة،