

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
المعهد القومي للعلوم الفلاحية - الحراش - الجزائر
INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE – EL- HARRACH - ALGER

MEMOIRE

*En Vue de l'Obtention du Diplôme de Magister en Sciences Agronomiques
Département de Foresterie et Protection de la Nature
Option : Biodiversité et Biotechnologie végétale*

THEME

**Etude de la végétation du lac Bleu (Parc National d'El-Kala)
Phytoécologie, phytosociologie et cartographie**

Présenté par : *DJAABOUB SOROR*

Membres du jury :

Président : M^r ABDELKRIM H Professeur ; INA

Directeur de thèse : M^r BELLATRECHE M Professeur ; INA

Codirecteur de thèse : M^{elle} KADID Y Chargée de cours ; INA

Examineurs : M^r DERRIDJ A Professeur ; Univ. Tizi Ouzou

M^r DJEBBARA M Chargé de cours ; INA

M^{me} KHELIFI H Chargée de cours ; INA

Soutenu le 02/ 07/ 2008

AVANT – PROPOS

Si la réalisation d'un travail tel que le notre, Mémoire pour l'obtention d'un magister, incombe avant tout à son initiateur, il ne reste pas moins qu'il a nécessité, pour être mené à bien, la participation d'un nombre non négligeable de personnes qui, chacune pour sa part, a contribué, par l'apport d'une pierre, à la construction de l'édifice. Il serait par conséquent indélicat, de ma part, de ne pas mentionner leur contribution et reconnaître que nous restons leur obligé.

C'est pourquoi, même si nous ne pouvons citer toutes les personnes qui nous ont gratifié de leur aide tout au long de notre recherche afin de mener à terme ce modeste travail, nous avons néanmoins, le devoir de leur exprimer, ici, nos remerciements les plus sincères et notre reconnaissance éternelle. Que ce travail qui est autant le notre que le leur, en soit perçu ainsi.

Par ailleurs, il serait inconvenant de ne pas dire aux principaux acteurs qui ont directement participé à la réalisation de cet édifice, aussi modeste soit il, combien il nous est agréable de leur présenter notre reconnaissance pour ce qu'ils ont accompli. Que nos remerciements et notre gratitude soient, de ce fait, exprimés plus particulièrement à :

- M^r. M. Bellatreche, Professeur à l'Institut National Agronomique (INA), qui a bien voulu m'honorer en acceptant d'être le promoteur de ce travail et de m'accompagner tout au long de mes recherches sur le sujet.

- M^{elle}. Y. Kadid, chargée de cours à l'INA, pour avoir bien voulu accepter d'être ma co-promotrice pour la réalisation de ce travail, pour m'avoir guidée, soutenue et prodiguée les conseils dont j'avais besoin, elle, dont l'expérience et les connaissances en matière de végétations aquatiques sont notoires ; sa présence et son dévouement malgré les circonstances particulièrement difficiles qu'elle a eu à traverser durant cette période précise m'ont énormément marqué. Je voudrais qu'elle trouve, ici, ma profonde gratitude et mon amitié la plus sincère.

- M^r. H. Abdelkrim, Professeur à l'Institut National Agronomique (INA) qui m'a honoré en acceptant de présider ce jury.

- M^r. M. Djebbara chargé de cours à l'INA auprès de qui j'ai toujours trouvé appui et assistance lui, qui a montré une disponibilité sans relâche en tout moment durant mon cursus universitaire. Pour sa correction des aspects socio-économiques de mon travail, pour ses orientations et ses conseils ainsi que pour le soutien moral, durant mon parcours universitaire, dont il m'a gratifié, je voudrais qu'il trouve, ici toute mon affection et mon respect.

- *M^r. Derridj A. Professeur à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou et M^{me}. Khelifi. H. chargée de cours à l'INA pour avoir bien voulu faire partie de ce Jury et accepter d'examiner mon travail malgré leurs nombreuses responsabilités.*

- *M^r. S. Benyakoub, Professeur à l'Université Badji Mokhtar de Annaba dont l'accueil chaleureux à la station biologique du Mellah à El Kala dont il est responsable et la mise à ma disposition des moyens en sa possession. Sa disponibilité, sa parfaite connaissance du terrain, son aide sur le plan méthodologique m'ont énormément aidé à parfaire ce travail. Ses différentes sorties avec nous sur le terrain, sa remarquable exploitation des données qui ont permis la confection des différentes cartes, ses orientations éclairées qui nous ont beaucoup servi ainsi que ses sa disponibilité lors de nos différentes sollicitations. Qu'il trouve ici ma profonde gratitude.*

- *Que M^r. Mansouri D, chargé de cours à l'INA, accepte mes remerciements et trouve, ici, ma gratitude pour le travail de régénération des données météorologiques qu'il a effectué pour moi.*

- *Que M^r. B. Ziki, chargé de cours à l'Institut National Agronomique (INA), accepte mes sincères remerciements pour l'aide précieuse qu'il nous a accordé et pour le temps qu'il nous a consacré malgré ses nombreuses responsabilités.*

- *Je remercie, également, M^r. Z. Boubakeur, chargé de cours à l'INA pour sa disponibilité à chaque fois qu'il est sollicité, pour ses encouragements, ses conseils et son aide notamment en matière de cartographie.*

- *Mes remerciements vont aussi à M^r. R. Meddour, chargé de cours à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou pour ses précieux conseils, notamment en matière de Phytosociologie.*

- *Mes remerciements vont également au personnel du Parc National d'El-Kala (PNEK) et plus particulièrement à M^r. Haou. F. pour son accueil et l'hospitalité qui nous a été réservé lors de notre travail de terrain.*

- *Je n'omettrai pas de remercier le département de forêt et sa bibliothécaire, les bibliothécaires de l'INA et celles de l'Université de Bab Ezzouar pour l'aide qui nous a été accordé en matière de documentation.*

- *Je remercie plus particulièrement M^r. S. M. et son ami de l'ONM grâce à qui il m'a été permis d'accéder aux informations qui m'ont aidé à actualiser les données météorologiques. Qu'ils trouvent, ici, toute ma gratitude.*

- *Que Adel, qui a fait avec moi tout le chemin qui m'a conduit à ce gué, m'a soutenu en tous temps et principalement durant les moments difficiles trouve, ici, mes sentiments*

les plus profonds. Sa présence sur le terrain, sa contribution à mon travail, son soutien moral ainsi que sa présence de tous les moments m'ont été d'un grand secours.

- Que mes parents, mes sœurs et mon frère qui m'ont, sans cesse, encouragé tout au long de mes études et ont été d'un apport considérable durant les moments les plus incertains trouvent dans cet avant propos tous les sentiments de fierté dont ils font l'objet en moi.

- Que mon père qui m'a toujours encouragé à aller de l'avant, m'a soutenu sur tous les plans et prodigué aide matérielle et morale, en soit remercié. Je n'omettrai pas de le gratifier pour son aide en matière de rédaction et de correction et qu'il me pardonne tous mes petits écarts avec lui durant cette période précise. Qu'il sache que mon affection pour lui est éternelle.

- Je n'omettrai pas de présenter mes meilleurs sentiments à l'ensemble des membres de ma famille et de ma belle famille et à tous mes amis, particulièrement Yasmine, Bahaa Eddine, Zahra, ainsi que Badia et Assia à qui je dédie ce modeste travail en guise de remerciement pour leurs encouragements. Qu'ils trouvent, ici, l'expression de mes sentiments les plus sincères.

- Je ne terminerai pas cet Avant Propos sans dire un grand merci à Ammi Rachid Khallassi pour toute l'aide qu'il m'a accordé et la présence dont il a fait preuve depuis toujours. Je n'oublierai jamais qu'après avoir été mon maître d'école il est resté un oncle proche et très cher pour moi.

Liste des tableaux

Tableau I: Principaux cours d'eau du P.N.E.K	9
Tableau II : Température de l'air et précipitations moyennes mensuelles de la station d'El-Kala (1971-2001).	9
Tableau III : Calendrier des campagnes d'échantillonnage et de la récolte des données appliquées au lac Bleu	27
Tableau IV : Caractérisation physico-chimique des eaux du lac Bleu.	37
Tableau V: Classes de profondeur et qualité d'échantillonnage.	43
Tableau VI : Fréquences relatives des espèces retenues.	44
Tableau VII : Amplitudes d'habitat AH et barycentre écologique G des espèces.	46
Tableau VIII: L'information mutuelle des 18 espèces retenues.	49
Tableau IX : Groupes écologiques des espèces pour la profondeur.	50
Tableau X: Profils corrigés des espèces indicatrices de profondeurs communes aux lacs Bleu, Oubeira, Tonga et lac des Oiseaux.	55
Tableau XI: Valeurs propres et taux d'inertie des quatre premiers axes factoriels.	59
Tableau XII: Relevés et espèces à contributions relatives élevées pour l'axe 1	61
Tableau XIII : Relevés et espèces à contributions relatives élevées pour l'axe -2	62
Tableau XIV: Le Ceratophyllo demersi - Potametum trichoidis <i>ass. nov.</i>	70
Tableau XV: Le Ceratophyllo demersi - Nymphaeetum albae Kadid et al. 2007	74
Tableau XVI : Le Lemno minoris - Ceratophylletum demersi <i>ass. nov.</i>	77
Tableau XVII: Le Thelypterido palustris Phragmitetum australis Kuiper 1957	82
Tableau XVIII : Le Caricio elatae - Salicetum pedicellatae <i>ass. nov.</i>	86
Tableau XIX : Le groupement à <i>Paspalum distichum et Baldellia ranunculoides</i>	90
Tableau XX: Le Genisto ulicinae-Quercetum cocciferae <i>ass. nov.</i>	93
Tableau XXI : Description du lac Bleu.	98

Liste des figures

Figure 1 : Situation géographique du Parc National d'El-Kala.	7
Figure 2 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la station d'El-Kala (1971-2001).	10
Figure 3 : Position de la station d'El- Kala sur le climagramme d'Emberger.	11
Figure 04 : Vue du lac Bleu en submersion générale avec toutes ses parties inondables.	17
Figure 05 : Les espèces dominantes du lac Bleu	19
Figure 06 : Les divers types de milieux du site d'étude.	22
Figure 07 :Le plan d'échantillonnage du lac Bleu	23
Figure 08 : Plan d'échantillonnage de la Nechâa du lac Bleu	24
Figure 09 : Points relevés floristiques et des prélèvements des paramètres physico-chimiques	26
Figure 10 : Spectre biogéographique des plantes aquatiques du lac Bleu.	39
Figure 11 : Spectre biogéographique des plantes de la pelouse du lac Bleu.	39
Figure 12 : Spectre de rareté des plantes aquatiques du lac Bleu.	40
Figure 13 : Spectre de rareté des plantes de la pelouse du lac Bleu.	40
Figure 14 : Spectre des types biologiques des plantes aquatiques du lac Bleu	41
Figure 15 : Spectre des types biologiques des plantes de la pelouse du lac Bleu.	42
Figure 16 : Spectre des fréquences relatives des plantes aquatiques retenues	45
Figure 17 : Représentation des groupes d'espèces en fonction des valeurs de G et AH.	48
Figure 18 : Groupe d'espèces indicatrices des moyennes profondeur	51
Figure 19 : Groupe d'espèces indicatrices de la classe des 60 – 90 cm de profondeur.	52
Figure 20 : Groupe d'espèces indicatrices des fortes profondeurs.	53
Figure 21 : Groupe d'espèces indicatrices de très fortes profondeurs.	54
Figure 22 : Analyse globale Carte factorielle des relevés (axe 1 et 2).	60
Figure 23 : Analyse globale Carte factorielle des espèces (axe 1 et 2).	63

Figure 24 : Analyse partielle- Carte factorielle des relevés (axe 1 et 2).	65
Figure 25: Analyse partielle- Carte factorielle des espèces (axe 1 et 2).	66
Figure 26: La C.A.H partielle.	67
Figure 27: Le Ceratophyllo demersi - Potametum trichoidis <i>ass. nov.</i>	71
Figure 28 : Le Ceratophyllo demersi - Nymphaetum albae Kadid et <i>al.</i> , 2007	75
Figure 29: Le Lemno minoris - Ceratophylletum demersi <i>ass. nov.</i>	78
Figure 30: Le Thelypterido palustris Phragmitetum australis Kuiper 1957	83
Figure 31 : Le Caricio elatae - Salicetum pedicellatae <i>ass. nov.</i>	87
Figure 32 : Le groupement à <i>Paspalum distichum</i> et <i>Baldellia ranunculoides</i>	91
Figure 33 : Le Genisto ulicinae-Quercetum cocciferae <i>ass. nov.</i>	94
Figure 34: Paysage végétal du lac Bleu	99
Figure 35: La carte bathymétrique du lac Bleu en période estivale.	101
Figure 36: La carte de la physionomie de la végétation aquatique du lac Bleu.	103
Figure 37 : La carte de la répartition spatiale des groupements végétaux aquatiques du lac Bleu.	105
Figure 38: Localisation et limites des parcelles agricoles, de la zone inondable, des habitations, des bergeries et du puit.	110
Figure 39: Dispositif de pompage au niveau du lac Bleu.	111

Liste des annexes

Annexe 1 : Liste des taxa faunistiques du lac Bleu.	133
Annexe 2 : Matériel utilisé pour la réalisation des relevés floristico-écologiques.	134
Annexe 3 : Liste floristique du lac Bleu.	135
Annexe 4 : Les profils en fréquences relatives des espèces.	137

SOMMAIRE

Introduction Générale	02
Chapitre I: Présentation du Parc National d'El Kala	05
Introduction	06
1.1. Localisation géographique	06
1.2. Le cadre physique	08
1.2.1. Situation administrative	08
1.2.2. Géologie et géomorphologie	08
1.2.3. Hydrographie	08
1.2.4. Aperçu climatique	09
1.2.4.1. Températures et pluviométrie	09
1.2.4.2. Les synthèses climatiques	10
1.2.4.3. Les vents	11
1.3. Le complexe de zones humides	11
Le lac Mellah	13
Le marais de Bou R'dim	13
Le lac Bleu	14
Chapitre II:Présentation du lac Bleu	15
2.1. Localisation géographique	16
2.2. Description du lac Bleu	16
2.3. La végétation	18
2.4. La richesse faunistique	20
2.5. Les fossiles du sol tourbeux (macro restes végétaux)	20
Chapitre III: Méthodologie générale	21
Introduction	22
3.1. Plan d'échantillonnage	23
3.2. Calendrier des campagnes d'échantillonnage et de récolte des données appliquées au lac Bleu	26
3.3. Traitement des données	28
3.3.1. L'approche phytoécologique	28
3.3.1.1. Les profils écologiques	28
3.3.1.2. Profil des fréquences relatives	28
3.3.1.3. Profils des fréquences corrigées	29
3.3.1.4. Entropie facteur et qualité de l'échantillonnage	29
3.3.1.5. Information mutuelle espèce-variable écologique	30
3.3.1.6. Amplitude d'habitat (AH)	30
3.3.1.7. Le barycentre (G)	31
3.3.2. L'approche numérique	31
3.3.2.1. La classification ascendante hiérarchique (CAH).	33
3.3.3. L'approche phytosociologique	33
3.3.4. L'approche cartographique	34

Chapitre IV: Résultats et interprétation	36
Introduction	37
4.1. Caractérisation physico-chimique des eaux du lac	37
4.2. Analyse floristique	38
4.2.1. Origine biogéographique	38
4.2.2. Rareté	39
4.2.3. Types biologiques	40
4.3. Approche phytoécologique	43
4.3.1. Les classes de profondeur et la qualité d'échantillonnage	43
4.3.2. Analyse des profils écologiques en fréquence relative	44
4.3.3. Amplitude d'habitat et barycentre	45
Espèces généralistes	46
Espèces spécialistes	47
Espèces intermédiaires	47
4.3.4. Elaboration des groupes écologiques	48
A Groupe écologique des espèces des moyennes profondeurs	50
B Groupe écologique des espèces de la classe des 60–90 cm de profondeur	51
C Groupe écologique des espèces des fortes profondeurs 90-120 cm	52
D Groupe écologique des espèces de très fortes profondeurs >120 cm	53
4.3.5. Etude comparative avec les autres sites de la région	54
Conclusion	58
4.4. Approche numérique	59
4.4.1. L'analyse factorielle des correspondances	59
4.4.1.1. L'analyse globale	59
Interprétation des axes factoriels	61
Axe factoriel 1-	51
Axe factoriel 2-	62
4.4.1.2. L'analyse partielle	64
4.4.2. La C.A.H.	66
Conclusion	68
4.5. Etude phytosociologique	69
4.5.1. Les groupements de la classe des Potametea Klika in Klika et Novak 1941	69
4.5.1.1. Potametalia koch 26.	69
4.5.1.1.1. Le Potamion (koch 26) Libbert 1931	69
Le Ceratophyllo demersi-Potametum trichoidis <i>ass.nov</i>	70
Description du groupement	71
Répartition et écologie	72
Position syntaxonomique	72
4.5.1.1.2. Le Nymphaeion albae Oberdorfer 1957	73
Le Ceratophyllo demersi-Nymphaeetum albae <i>Kadid et al 2007</i>	74
Description du groupement	75
Répartition et écologie	76
Position syntaxonomique	76
4.5.1.2. Utricularietalia Den Hartog et Segal 1964	77
4.5.1.2.1. Ceratophyllion demersi Den Hartog et Segal ex Passarge 1996	77

Le Lemno Ceratophylletum <i>ass.nov</i>	77
Description du groupement	78
Répartition et écologie	78
Position syntaxonomique	79
4.5.2. Les groupements de la classe des Phragmito-Magnocaricetea Klika in Klika et Novak 1941.	80
4.5.2.1. Phragmitetalia Koch 1926	80
4.5.2.1.1 Phragmition australis Koch 1926 nom.mut.	80
Le Thelypterido palustris -Phragmitetum australis <i>kuiiper 1957</i>	81
Description du groupement	83
Répartition et écologie	84
Position syntaxonomique	84
4.5.3. Les groupements de la classe des Salici purpureae- Populetea nigrae Rivas-Martínez & Cantó ex Rivas-Martínez, Báscones, T.E. Díaz, Fernández-González & Loidi, 1991	85
4.5.3.1. Salicetalia purpureae Moor 1958	85
4.5.3.1.1 Salicion pedicellatae Galán, A.V. Pérez & Cabezudo in A.V. Pérez, Galán, P. Navas, D. Navas, Y. Gil & Cabezudo 1999	85
Le Caricio elatae-Salicetum pedicellatae <i>ass.nov.</i>	86
Description du groupement	87
Répartition et écologie	88
Position syntaxonomique	88
4.5.4. Les groupements de la classe des Molinio-Arrhenatheretea Tüxen 1937	89
4.5.4.1. Crypsio-Paspaletalia distichi Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952 nom. inv. et nom. mut. Propos et Paspalo-Polypogonion viridis Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952 nom. mut propos.	89
Le groupement à <i>Paspalum distichum et Baldellia ranunculoides.</i>	90
Description du groupement	90
Répartition et écologie	91
Position syntaxonomique	92
4.5.5. Les groupements de l'ordre des Pistacio-lentisci-Rhamnetalia-alaterni. Rivas-Martinez.1975	92
4.5.5.1. Ericion arboreae (Rivas-Martínez ex Rivas-Martínez, Costa et Izco 1986) Rivas-Martínez 1987	93
Le Genisto ulicinae-Quercetum cocciferae <i>ass. nov</i>	93
Description du groupement	94
Répartition et écologie	95
Position syntaxonomique	95
4.5.6. Schéma syntaxonomique	96
Conclusion	97
4.6. Approche cartographique	99
4.6.1 Description du lac Bleu et de la Nechâa du lac Bleu	99
4.6.2. La carte bathymétrique	100
4.6.3. Cartographie des groupements végétaux aquatiques	102
4.6.3.1. La carte physionomique	102
4.6 3.2. La carte phytosociologique	104
Conclusion	106

Chapitre05: Aspect socio-économique et recommandations	107
5.1. Aspects socio-économiques du lac Bleu	108
5.1.1. Les facteurs affectant le site d'étude	108
5.1.1.1. L'approvisionnement des riverains en eau	108
5.1.1.2. L'exploitation des eaux du lac	108
5.1.1.3. L'irrigation des parcelles agricoles	109
5.1.1.4. Rejet des eaux domestiques usées	112
5.1.1.5. L'exploitation de la matière végétale	112
5.1.1.6. Les ressources pastorales et le surpâturage	112
5.1.1.7. Les coupes du bois	113
5.1.1.8. Le braconnage	113
5.1.2. Le milieu humain	113
5.1.3. Les habitations	114
5.2. Recommandations	115
5.2.1. Les recherches scientifiques	115
5.2.2. Mesure et identification des types de pollution	115
5.2.3. Les réseaux d'assainissements	116
5.2.4. Résolution du problème d'approvisionnement en l'eau	116
5.2.5. Le suivi de l'évolution du bétail	116
5.2.6. Assainissement de la situation autour du lac	116
5.2.7. Sensibilisation des riverains	116
Discussions et conclusion générale	118
Références bibliographiques	123
Annexes	132

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

Les écosystèmes naturels qui existent de par le monde constituent le poumon indispensable à toute survie de notre planète. Les zones humides qui en font partie représentent de véritables réservoirs biologiques extrêmement productifs et sont la deuxième plus forte production de biomasse après la forêt équatoriale. Ces milieux sont également d'un apport socio - économique et culturel indéniable.

Parallèlement à leur statut de réservoir remarquable de ressources biologiques, les zones humides sont considérées parmi les écosystèmes les plus fragiles et des plus sensibles aux moindres agressions, principalement celles d'ordre anthropique.

La connaissance des différentes richesses de ces milieux fragiles ainsi que la compréhension et le suivi de leur fonctionnement et leur dynamique constituent la phase primordiale de toute conservation de ces écosystèmes remarquables ; laquelle conservation est indispensable afin d'assurer notre survie et celle des générations futures.

L'Algérie compte pas moins de **254** zones humides dont près de **60** plans d'eau possédant des caractéristiques particulières qui leur donnent une importance internationale et font qu'elles méritent d'être inscrites sur la liste de la convention de Ramsar. (ANONYME, 2004).

Aujourd'hui, l'Algérie compte **42** sites inscrits sur la liste Ramsar avec une superficie totale de **2.958.704** hectares, (ANONYME, 2004).

La région d'El Kala, dont la renommée en tant que centre de biodiversité d'importance internationale n'est plus à démontrer au vu de ses nombreuses zones humides érigées en sites d'importance internationale grâce à leur rôle de réservoir naturel, aussi bien, sur le plan socio-économique et culturel que scientifique, n'a pas fini de révéler ses innombrables richesses cachées.

Cette région qui a la particularité d'être l'une des plus arrosées du pays, renferme un vaste complexe de zones humides, soit le complexe laguno-lacustre qui est le plus important d'Algérie.

Parmi les lacs de cette région, havre d'une richesse naturelle très diversifiée et rare qui reste mal connue et qui se trouve soumise à une forte influence des activités domestiques, il y'a le lac Bleu. Ce lac, de par sa beauté et la particularité des richesses qu'il renferme et parce qu'il est classé réserve intégrale avec le lac Mellah dans le Parc National d'El Kala, inscrits de ce fait dans la liste des sites de la convention Ramsar relative aux zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau (ANNONYME, 2004), mérite qu'on se penche sur ses différents aspects et qu'on les étudie afin de mieux le protéger.

La connaissance de la végétation du lac Bleu, et en particulier la végétation aquatique, constitue un reflet des conditions écologiques précises et particulières ; elle représente, sans doute, l'un des éléments fondamentaux dont dépend étroitement le fonctionnement et le maintien de l'équilibre écologique de ce type d'écosystème.

La motivation scientifique de notre recherche découle du peu de travaux portant sur les communautés végétales aquatiques en général et de l'absence d'étude phytosociologique de la végétation aquatique du lac Bleu en particulier.

Ainsi, s'agissant des travaux portant sur la végétation aquatique qui ont été effectués au niveau du complexe laguno-lacustre d'El Kala, ils restent limités dans leur globalité. Concernant l'aspect phytoécologique de ces phytocénoses, nous citons ceux de : GAUTHIER LIEVRE (1931), DE BELAIR (1990), NEFFAR (1991), MIRI (1996) et CHEROUANA (1996).

Alors que ceux touchant à l'aspect phytosociologique, ils sont peu nombreux. Sur l'ensemble des plans d'eau de cette région, nous ne notons que ceux de KADID (1989, 1999 ainsi que ceux de KADID *et al.* 2007), MOKRANE (1999) et BOUZGHINA (2001) qui ont été consacrés au lac Tonga, alors que ceux de DJAABOUB (2003) ont porté sur le lac Mellah.

Tandis que les travaux scientifiques qui ont été effectués et qui ont eu pour objet le lac Bleu, ils sont très peu nombreux. L'on peut citer ceux de THOMAS (1975) qui a procédé à l'inventaire systématique de la flore des dunes et a étudié la dynamique de la végétation des dunes littorales du Nord Est algérien dont un sommaire relevé au niveau du lac Bleu a été effectué.

NEFFAR (1991), quant à lui, a élaboré une cartographie sommaire de la végétation du lac Bleu lors de son étude qui a porté sur la contribution à l'analyse phyto-écologique de ce lac.

MEKKI (1998), pour ce qui le concerne, a fait une étude comparative de l'écologie de quatre dépressions dunaires du Nord-Est algérien dont le lac Bleu fait partie, qui a porté sur la végétation de ces étangs dunaires et surtout sur les taxons faunistiques, et YOUBI (2003), s'est intéressé aux essais d'isolement et d'identification des macrorestes végétaux fossiles des sols tourbeux du complexe humide d'El Kala (cas du lac Okrera et du lac Bleu).

Les Odonates de ce site sont mieux connus grâce à CHERIAK (1993) par le biais de ses travaux sur l'étude de la reproduction et du développement de ces derniers au lac Bleu.

De ce qui précède, il est aisé de mentionner que nous sommes face à l'existence de beaucoup de zones d'ombres voire une méconnaissance du lac Bleu ; méconnaissance qui peut être illustrée par l'absence :

- de données bathymétriques ;
- de connaissance des communautés végétales aquatiques ;
- méconnaissance des facteurs qui affectent le maintien et l'équilibre du lac.

Partant de ce précédent constat, nous nous sommes fixés, dans cette étude, les objectifs suivants :

- * Mise en évidence de la richesse phytocénotique globale du lac Bleu.
- * Enrichissement et approfondissement des connaissances en matière de végétation aquatique.

- * Réalisation d'une étude phytoécologique pour mettre en évidence les relations espèces-facteurs du milieu, afin de préciser l'organisation spatiale des communautés végétales aquatiques du lac Bleu.
- * Définition des syntaxons existants pour une meilleure connaissance phytosociologique de ce type de végétation.
- * Etablissement d'une cartographie bathymétrique, physionomique et phytosociologique permettant le suivi de la dynamique de cette végétation ainsi que son évolution.
- * Elargissement de l'éventail des études phytosociologiques de la végétation sur l'ensemble des zones humides caractérisant le Parc National d'El Kala.
- * Mise en évidence des impacts des riverains sur le maintien de l'équilibre du lac Bleu par l'étude de l'aspect socio-économique afin de pouvoir proposer des actions contribuant à la gestion de ce lac.

C'est ainsi et dans ce but que notre présente étude s'articule autour de cinq (05) chapitres qui se présentent comme suit :

- ❖ Le premier chapitre est consacré à la présentation du Parc National d'El Kala.
- ❖ Le second porte sur le lac Bleu, site de notre présente étude.
- ❖ Le troisième chapitre, exposera les modalités de l'échantillonnage adopté et les différentes méthodes et techniques préconisées dans l'analyse des phytocénoses : l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C), l'approche phytosociologique, l'approche phytoécologique et enfin l'approche cartographique.
- ❖ Le quatrième chapitre traite les résultats de la végétation du lac Bleu que nous avons obtenu par les différentes approches utilisées.
- ❖ Enfin, le cinquième chapitre étudie l'aspect socio-économique du lac ainsi que les recommandations proposées pour permettre une meilleure protection et une conservation appropriée du lac Bleu.

CHAPITRE I
PRESENTATION DU PARC
NATIONAL D'EL-KALA

Introduction

La région d'El-Kala se caractérise par l'importance de la diversité des milieux naturels qu'elle englobe, dont les plus représentatifs se répartissent autour de la ville d'El-Kala.

La raison essentielle de la création des parcs nationaux est la préservation d'une partie du territoire national grâce à une législation adéquate, dans le but d'en conserver les richesses biologiques et culturelles.

Le projet de création du Parc National d'El-Kala (P.N.E.K) remonte, déjà, à 1975 quand J.P.THOMAS, en réalisant des études écologiques dans la région de l'extrême Nord-Est du pays, s'est rendu compte de sa grande valeur sur le plan des sites naturels qui sont riches et diversifiés ; cette région, donc, méritait d'être aménagée et protégée d'une manière efficace.

Ce n'est qu'en 1983, grâce à la prise de conscience quant à l'importance vouée à la protection et la préservation des richesses naturelles d'intérêt écologique indéniable, qu'on a été amené à l'institutionnalisation de ce parc de 78.438 ha par décret n° 83 - 462 du 23 juillet 1983.

Le P.N.E.K est un véritable laboratoire naturel qui constitue une opportunité aubaine pour toute recherche scientifique, de ce fait, il reste un joyau à protéger. Il tient sa notoriété du fait qu'il constitue un des jalons d'une chaîne de zones humides protégées en Algérie. Deux de ses lacs (Oubeira et Tonga) réserves intégrales ont été classés en 1982, sites de la convention Ramsar relative aux zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau.

Deux autres lacs, le lac Mellah et le lac Bleu ont été classés à leur tour en 2004 réserve intégrale du Parc National d'El Kala. Cette réserve intégrale est inscrite dans la liste des sites de la Convention Ramsar (ANONYME, 2004).

Pour toutes ses richesses le P.N.E.K. a été érigé réserve de la Biosphère par le Programme MAB de l'U.N.E.S.C.O en 1992.

1.1. Localisation géographique

Le P.N.E.K est entièrement localisé dans la wilaya d'El-Tarf. Ses limites sont les suivantes :

A l'Est, la frontière Algéro - Tunisienne.

Au Nord, la mer Méditerranée du cap Rosa au cap Segleb.

A l'Ouest, les plaines d'Annaba.

Au Sud, les monts de la Medjerda (**figure 01**).

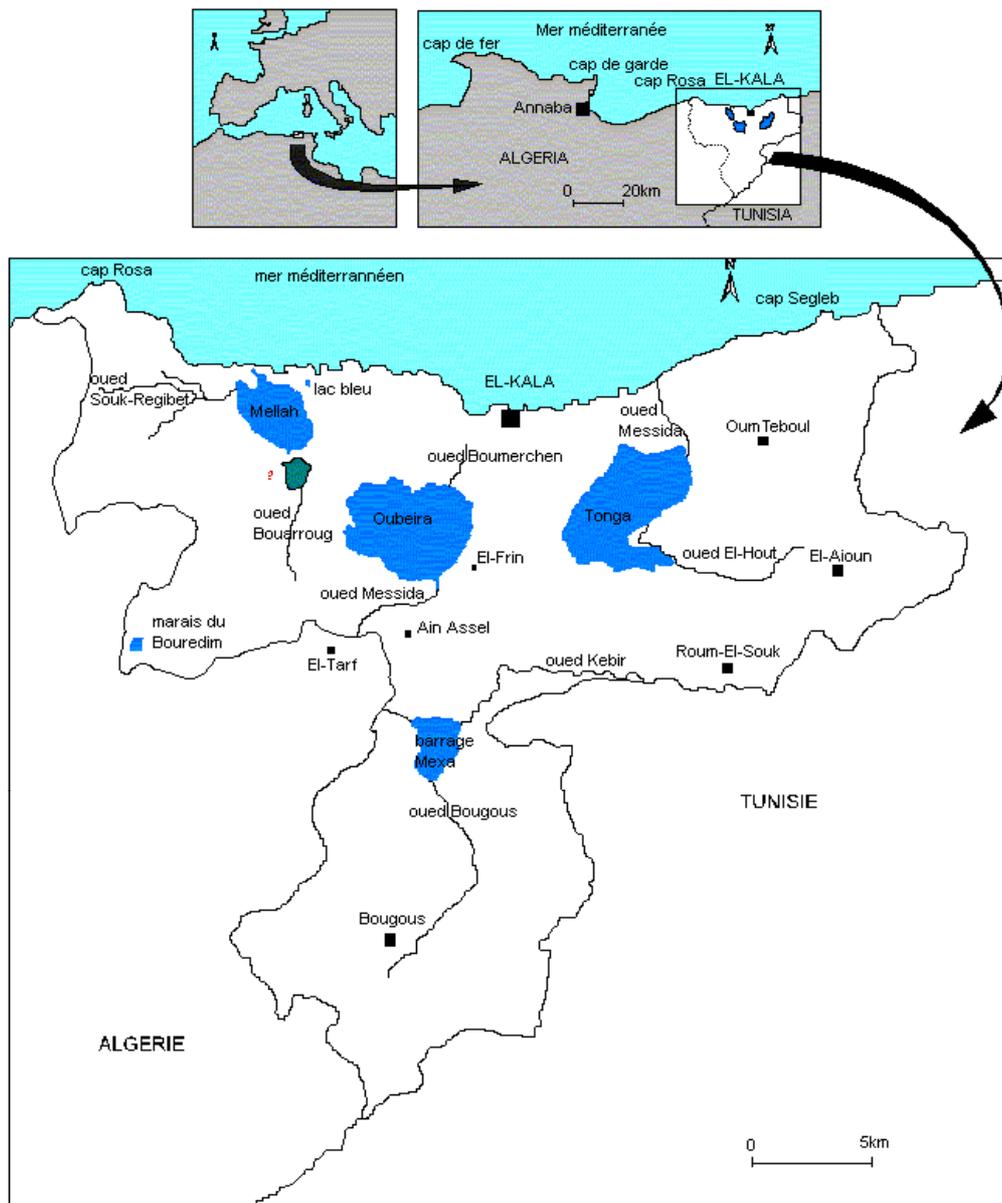


Figure 01 : Situation géographique du Parc National d'El-Kala (BENYACOUB et *al.*, 1998).

1.2. Le cadre physique

1.2.1. Situation administrative

Selon le découpage administratif de 1984, El-Kala est incluse dans la wilaya d'El-Tarf qui englobe 07 Dairates : El-Tarf, El-Kala, Ben-Mhidi, Besbes, Drean, Bouteldja et Bouhadjar.

El-Tarf, Ain El Assel, Bougous et Zitouna, sont les communes qui sont rattachées à la Daira d'El Tarf.

El-Kala, Souarekh, Raml Souk et El Aioune, sont les communes rattachées à la Daira d'El Kala (ANONYME, 2003).

1.2.2. Géologie et géomorphologie

De par la stratigraphie générale, le PNEK, présente des terrains d'origines *Secondaire*, *Tertiaire* et *Quaternaire* (MARRE, 1987).

Une simplicité orographique et de faibles variations altitudinales caractérisent la région du P.N.E.K. (KADID, 1989).

Du Nord au Sud on distingue :

Le cordon dunaire littoral qui est formé, essentiellement, de sable quaternaire. L'altitude varie entre 1 et 170 m.

Les plaines sublittorales présentent un relief plat et ondulé marqué, surtout, par les dépressions lacustres et marécageuses (l'Oubeira et le Tonga). L'altitude ne dépasse pas 600 m.

La zone montagneuse méridionale où culminent les djebels Rahma (1.200 m) et Ghorra (1.202 m).

1.2.3. Hydrographie

En plus de l'importante réserve hydrique des trois grands lacs que sont le Tonga, l'Oubeira et le Mellah, le réseau hydrographique du P.N.E.K est composé de 14 Oueds dont, principalement, Oued El-Kebir, Oued Bougous et Oued El-Hout (**tableau I**) et d'une quarantaine de sources parmi lesquelles nous citons : Bougles, Bouredim et El-Bhaim.

Tableau I : Les principaux cours d'eau du P.N.E.K.

Court d'eau	Longueur (Km)	Exutoire
El-Kbir	35	Mafrag
Bougous	24	Mexa
El-Hout	14	Tonga
El-Areug	10	Tonga
Messida	10	Oubeira, El-Kebir
Oued Reguibet	8	Mellah
Oued Mellah	7	Mellah
Dar El-Graa	5	Oubeira
El-Aroug	5	Mellah
Bouredim	5	Bouredim
Sbaa	4	Oued El-Kebir
Oued Nhal	3.5	Plage cap Rosa
Boumerchen	2	Oubeira
Demat Rihane	1.5	Oubeira

Source : BENYACOUB et al. (1998)

1.2.4. Aperçu climatique

La région d'El-Kala est caractérisée par un climat méditerranéen marqué par une sécheresse estivale et une saison humide hivernale (EMBERGER, 1971).

Les principaux éléments climatiques que sont la température et la pluviosité sont les deux paramètres les plus influents sur la végétation et le milieu en général.

1.2.4.1. Températures et pluviométrie

Les données météorologiques recueillies renseignent sur les températures maximales **M** (°C), les températures minimales **m** (°C) et les températures moyennes **(M+m)/2** ainsi que sur les précipitations **P** (mm). Elles sont recueillies à la station météorologique d'El Kala (lat. 36° 54'N, long. 8°27'E) sur une période de 31 ans, allant de 1971 à 2001. Les valeurs des températures et de la pluviométrie sont regroupées dans le **tableau II**.

Tableau II : Température de l'air et précipitations moyennes mensuelles de la station d'El-Kala (1971-2001).

Mois	jan	fev.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept	oct.	nov.	déc	Moy-Ann
M	15.66	15.77	17.30	18.84	22.59	25.69	28.66	29.36	26.85	24.17	19.57	16.87	21.78
m	9.07	9.18	10.38	11.83	15.05	18.23	21.11	22.23	19.96	16.50	12.72	10.21	14.71
(M+m)/2	12.36	12.47	13.84	15.33	18.82	21.96	24.88	25.80	23.40	20.34	16.14	13.54	18.24
P	107,1	86,1	65,6	66,5	32,6	20,8	5,3	13,3	62,6	78,6	113,8	96,9	749,3

Moy-ann : moyenne annuelle.

Source : ONM

Au vu de ce tableau, il est aisé de constater que : le mois de janvier est le mois le plus froid avec un minimum moyen de **9.07°C**, alors que le mois le plus chaud est le mois d'août avec une moyenne des maxima de **29.36°C**, souvent liés au sirocco qui souffle pendant les mois de juillet et août. Les températures élevées de cette période de l'année coïncident,

généralement, avec les nombreux incendies qui y sévissent. (FARSI, 1996 ; LABOUDI et OUELMOUHOUB, 1999). La pluviométrie enregistrée, présente un minimum de pluie en été et un maximum en hiver, avec une valeur d'environ **5,3 mm** en juillet et **113,8 mm** au mois de novembre.

1.2.4.2. Les synthèses climatiques

Pour la région méditerranéenne, les synthèses climatiques les plus utilisées sont le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausse, (1953) et le climagramme d'Emberger (1955).

L'examen du diagramme ombrothermique obtenu, (**figure 02**), relatif à la région d'El Kala retraçant la situation allant de 1971 à 2001, montre l'existence d'une période sèche assez longue qui s'étend sur plus de trois mois (de la mi-mai jusqu'en début de septembre).

Par ailleurs, avec un coefficient pluviothermique $Q2 = 126,60$ et un minimum de température de $9,07^{\circ}\text{C}$; la station d'El Kala se positionne dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver chaud dans le climagramme d'Emberger (**figure 03**).

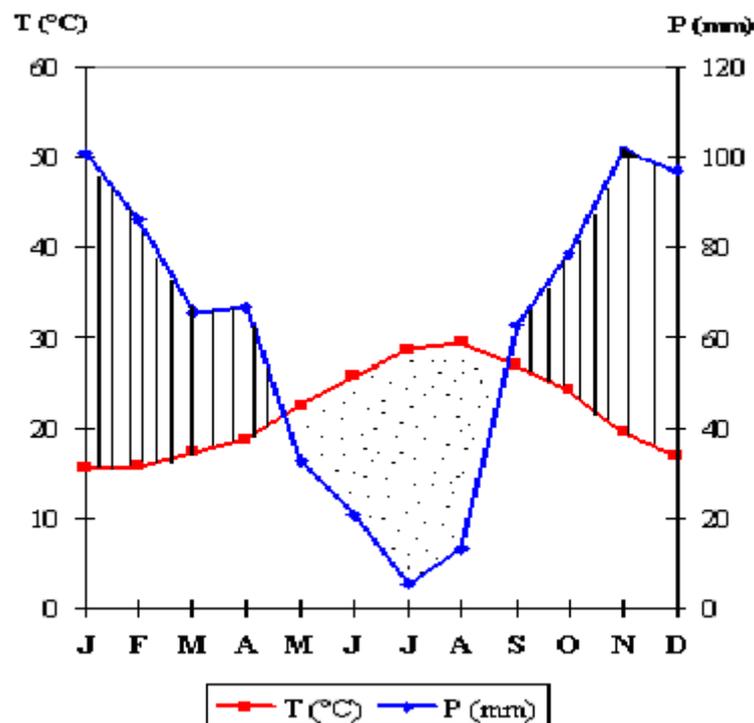


Figure 02 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausse de la station d'El-Kala (1971-2001).

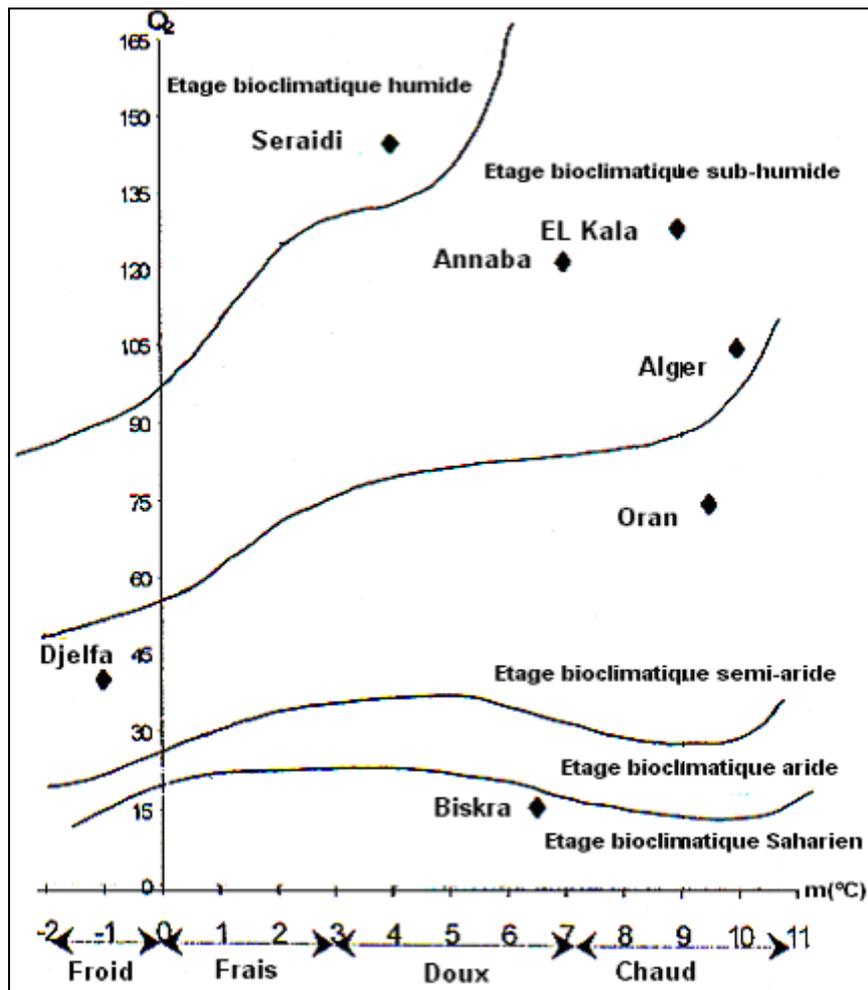


Figure 03 : Position de la station d'El-Kala sur le climagramme d'Emberger.

1.2.4.3. Les vents

Concernant les régimes éoliens, la région d'El Kala présente une période hivernale caractérisée par des vents de direction Nord et Nord-Ouest forts à modérés. Ce sont des vents qui apportent les précipitations les plus importantes de l'Atlantique (BENYACOUB, 1993).

En revanche, la période estivale se caractérise par des vents de directions Nord-Est et Sud ou Sud-Est chauds et secs dont les effets, particulièrement, néfastes sur la végétation, assèchent l'atmosphère, favorisent un état de déficit hydrique et favorisent le déclenchement de violents incendies de forêt.

1.3. Le complexe des zones humides

La région d'El-Kala, présente la particularité d'abriter le complexe des zones humides le plus important au Maghreb. Exceptionnel par ses dimensions et par la diversité des conditions de profondeur et de salinité, il favorise une richesse biologique considérable (VAN DIJK et LEDANT, 1983).

- **Le lac Tonga**

C'est un site d'eau douce peu profond couvrant une superficie de 2800 ha. Il constitue le site de nidification d'avifaune aquatique le plus important d'Algérie et d'Afrique du Nord (BOUMEZBEUR, 1993). On y enregistre le taux de nidification le plus élevé de l'Erismaure à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) et du Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*) (ANONYME, 1998).

Pour la faune mammalienne, BELKHENCHIR (1989) parle de 11 espèces à s'avoir : le Sanglier, le Caracal, le Renard, le Chat sauvage, le Chacal, le Cerf de berberie, la Hyène rayée, la Mangouste, la Loutre, le Hérisson d'Algérie et le Lièvre ; sept (07) de ces espèces figurent sur la liste des animaux non domestiques protégés par le décret n°83-509 du 20 août 1983.

Les poissons du lac sont représentés par l'Anguille (*Anguilla anguilla*), la Gambuse (*Gambusia affinis*), le Barbeau (*Barbus callensis*), le Pseudophoxinell (*Pseudophoxinus callensis*) et le Mulet (*Mugil ramada*) (AMOKRANE, 2000).

Les principales espèces végétales rencontrées sont : les hélophytes tels que *Scirpus lacustris*, *Phragmites australis*, *Typha angustifolia* et les hydrophytes comme : le Nénuphar blanc (*Nymphaea alba*) et de nombreux potamots tels que : *Potamogeton lucens*, *P. pectinatus* et *P. trichoïdes* (KADID, 1989 et 1999). Nous avons également une espèce rare, *Marsilea diffusa* (KADID 1989). Le lac Tonga est la station et l'unique site à hépatique représenté par *Ricciocarpus natans*.

- **Le lac Oubeira**

Sa superficie est de 2200 ha, plus profond que le précédent, il présente, également, un intérêt zoologique élevé en tant que zone d'hivernage pour de nombreuses espèces d'oiseaux d'eau ; ceci, au vue de la quantité élevée d'oiseaux qu'il accueille en hiver et le nombre non négligeable de nicheurs ; il a la particularité d'abriter, régulièrement, deux espèces de Canards : le Canard chipeau et le Fuligule morillon ainsi qu'une espèce rare, l'Erismaure à tête blanche (*Oxgura leucocyphala*) (ROCHER et al, 1990 in MIRI, 1996).

Les eaux de l'Oubeira sont, aussi, riches du point de vue des poissons. ARRIGNON, (1963) in MIRI, (1996), cite *Liza saliens*, *Mugil cephalus*, *Atherina mochon* (Mugilidés), *Anguilla anguilla* (Anguillidés) *Cyprinodon fatiatus* (Cyprinodontidés).

Alors que GAUTHIER-LIEVRE, (1931) cite pour les espèces migratrices les Mulets (*Mugil capito*, *Mugil cephalus*), l'Anguille et la fausse Alose (*Alosa falax nilotica*) ; et pour les sédentaires nous avons : les Barbeaux (*Barbus callensis*, *Brabus setiamanus*), l'Ablette des rivières (*Alburnoidés bipunctata*), la Blennie fluviale (*Biennius fluviatilis*), la Gambusie (*Gambusia affinis*) et le Cyprinodon (*Valencia hispanica*).

La végétation se présente sous forme de ceintures où dominant Scirpes, Roseaux, Potamots et Massettes, (MIRI, 1996). L'Herbier flottant d'hydrophytes est composé, essentiellement, de Myriophylle (*Myriophyllum spicatum*), de Cératophylle (*Ceratophyllum demersum*) et plusieurs potamos. L'Oubeira reste, également, la seule station nationale abritant la Châtaigne d'eau (*Trapa natans*) qui est une espèce rare et d'origine tropicale.

- **Le lac Mellah**

Le lac Mellah, lagune saumâtre unique en Algérie, se trouve à proximité de la frontière tunisienne au voisinage de la ville d'El-Kala ; c'est une lagune d'environ 865 ha, sa profondeur maximale est de 06 m (HAMZA et SLIMAN, 1990). Le contact avec la mer méditerranée qui se fait par le biais d'un chenal de 900 m lui conférant un gradient de salinité du plus haut intérêt limnologique (VAN DIJK et LEDANT, 1983).

Cette lagune est remarquable par l'abondance des poissons (50 kg/ha selon BOUMEZBEUR, 1993) ; on y trouve, principalement, le Loup de mer (*Dicentrarchus labras*), la Sole commune (*Solea vulgaris*), la Daurade (*Sparus auratus*), l'Anguille (*Anguilla anguilla*), le Mulet ainsi que des mollusques tels que l'Huître, les Moules, la Palourde et des crustacés à savoir la Crevette (AOUARI et OUADDA, 1994).

Selon GAUTHIER-LIEVRE (1931), les algues sont représentées, en majeure partie, par les Myxophycées et les Diatomées connues pour être une flore, habituellement, des eaux saumâtres ; par ailleurs les Acontées, les Phéophycées, les Charophycées et les Rhodophycées ont été recensés dans le lac ; ainsi que les Isocontées représentées par *Cladophora sp.* et *Enteromorpha intestinalis* espèces marines qui viennent, également, s'y ajouter.

Il ressort du recensement des espèces d'oiseaux nicheurs effectué sur le pourtour du lac Mellah par AKLI (2003), un nombre de 39 espèces appartenant à 19 Familles dont celle des *Sylviidae* est la plus importante avec 42,10 %, représenté par la Fauvette à tête noire (*Sylvia atricapilla*), la Rousserolle effarvate (*Acrocephalus scirpaceus*), le Cisticole des joncs (*Cisticola juncidis*), et le Pouillot véloce (*Phylloscopus collybita*). Cet auteur précise que le lac Mellah n'abrite pas une faune très importante d'oiseaux d'eau tels que l'Echasse blanche (*Himantopus himantopus*), le Héron cendré (*Ardea cinerea*), le Héron garde-bœufs (*Bubulcus ibis*), et l'Aigrette garzette (*Egretta garzetta*). Il explique ceci par le fait qu'il s'agit d'une lagune salée.

BELHADJ (1996), cite comme espèces des oiseaux d'eau le Cormoran huppé (*Phalacrocorax aristolis*), le Héron cendré (*Ardea cinerea*), le Héron pourpré (*Ardea purpurea*), l'Aigrette garzette (*Egretta garzetta*), le Blongios nain (*Ixobrychus minutus*), la Poule d'eau (*Gallinula chloropus*), l'Echasse blanche (*Himantopus himantopus*), le Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrius*), le Martin pêcheur d'Europe (*Alcedo atthis*), et une espèce de rapace le Milan royal (*Milvus milvus*).

Quant à la végétation aquatique, DJAABOUB (2003) estime que, comparativement aux autres lacs, le Mellah est la seule zone humide présentant une végétation aquatique halophile en ceintures représentée par *Zostera noltii*, *Ruppia maritima ssp spiralis*, *Althenia filiformis* et *Cymodocea nodosa*. Mentionnons que ces deux derniers taxons sont décrits pour la première fois au lac Mellah par cet auteur.

- **Le marais de Bou-R'dim**

Il est entouré d'une frênaie naturelle. Sa surface est d'environ 11 ha. Sa végétation lacustre se présente sous forme d'îlot dont une partie constitue une héronnière où nichent les colonies de Hérons gardes-bœufs, Aigrettes garzettes, Hérons crabiers etc. (DARMELLAH, 1989) ;

on y trouve des Scirpes (*Scirpus lacustris*), des Carex (*Carex elata*) et des Phragmites (*Phragmites australis*).

- **Le lac Bleu**

Objet de la présente étude, nous développerons toutes les caractéristiques de ce site au cours du chapitre qui lui sera consacré (chapitre II).

CHAPITRE II
PRESENTATION DU LAC BLEU

2.1. Localisation géographique

Le site du lac Bleu est situé dans une zone inter dunaire au Nord – Est du lac Mellah ; selon NEFFAR 1991, il s'agit d'une dépression, résultat possible d'un assèchement du grand lac Mellah.

Il est délimité :

- **Au Nord** par Koudiat El Rhâr qui le sépare de la méditerranée située à plus de 500 m.
- **Au Sud** à environ 1250 m par le Douar Boû-malek.
- **Au Sud - Ouest**, par la Koudiat Ain El-Roumi, le séparant du lac Mellah qui se trouve à peu près à 625 m.
- **A l'Est**, par Koudiat Terch.
- **A l'Ouest**, par Koudiat El Achêch.

Ses coordonnées Lambert sont : (4085W, 441N), (carte de BOUTELDJA <3-4> au 1/25.000, in NEFFAR, 1991).

Ses coordonnées géographiques sont : longitude (8°20'E), latitude (36°53'N) (ANONYME, 2004).

2.2. Description du lac Bleu

Ce petit lac d'eau douce faisait, jusqu'à ce jour, l'objet de simples spéculations faute d'informations précises. C'est ainsi que s'agissant de sa profondeur, CHERIAK (1993) parle d'une importante profondeur, tout en précisant qu'elle reste inconnue, MEKKI (1998), repris par BOUKHEDCHA (1999), estime que la profondeur ne dépasserait pas les 02 mètres et que BOULAHBEL (1999) parle d'une profondeur maximale de 10 m. D'autres auteurs parlent d'un pic de profondeur qui a atteint 35 m (ANONYME, 2005).

Du travail que nous avons effectué au cours au mois de Septembre 2006, résultent des réponses précises quant aux mesures de la profondeur réelle de ce lac dont les détails seront portés dans la partie consacrée aux résultats et interprétations.

Les mesures de la température de l'eau effectuées par CHERIAK (1993) durant la période allant de août 1991 à janvier 1992, montrent, clairement, que la température diminue durant la période allant de août à décembre pour atteindre son minimum au mois de janvier avec **12.5°C** alors que le réchauffement progressif de l'eau caractérise la deuxième tranche des mesures qui est relative à la période qui va de février à juillet 1992 avec un pic au mois de juillet égal à **27.62°C**. Précisons que les mesures ont été prises à une profondeur, généralement, constante (>**20 cm**).

Les données collectées par CHERIAK (1993) indiquent deux saisons bien distinctes :

- **pH >7** du mois d'août au mois de novembre.
- **pH <7** du mois décembre au mois de juillet.

Quant à sa superficie, elle oscillerait selon MEKKI, (1998) entre 1,5 et 3 ha ; et d'après ANONYME, (2005) elle est inférieure à 1 ha. Cette superficie a été mesurée, également, au cours de notre travail ; nos résultats complètent, les informations apportées par ces derniers auteurs.

Le sol des alentours du lac est de nature particulièrement tourbeuse (NEFFAR, 1991). Ces types de sols, très riches en matière organique, interviennent sur de nombreuses propriétés édaphiques comme la couleur, la structure, la consistance etc., et s'interprètent, souvent, en termes de fertilité et d'aménagement (Maignien, 1980).

Le relief est peu accidenté, et particulièrement marqué par des dunes et des Koudiates qui sont de petites collines à hauteurs basses.

Le lac Bleu est endoréique avec, essentiellement, une alimentation qu'assure la nappe phréatique, à laquelle il faut ajouter l'apport du ruisseau Sud dont le débit équivaut à 100 l/h mesuré au mois de Septembre 2006 au cours de notre travail.

Le niveau du lac est, principalement, régit par les pluies. En raison des importantes fluctuations de son niveau, la notion de rive y est, particulièrement, ambiguë. En fin d'été, lorsque le niveau est au plus bas ou en hiver (**figure 04**), lorsque la submersion est générale, elle perd tout sens. En dehors de ces extrêmes, le tracé reste fluctuant.

A titre d'exemple, il est noté que, pour l'année 1990/1991 qui a été extrêmement pluvieuse, un bouleversement complet des limites habituelles du lac dont le volume a carrément triplé.



Figure 04 : Vue du lac Bleu en submersion générale avec toutes ses parties inondables
(Photo: YAN ARTHUS BERTRANT)

2.3. La végétation

Selon l'étude de NEFFAR (1991) qui porte sur la contribution à l'analyse phyto-écologique du lac Bleu, ce site est caractérisé par la présence d'un certain nombre de ceintures végétales allant du plan d'eau à la forêt humide. Ainsi, il distingue :

- **une zone de plantes aquatiques** : avec comme espèces caractéristiques :

Nymphaea alba, *Lemna minor*, *Callitriche stagnalis*

- **une zone d'hélophytes** : qui comprend notamment les espèces suivantes :

Phragmites australis, *Juncus maritimus*, *Typha angustifolia*, *Dryopteris gongyloides* (d'origine tropicale), *Paspalum distichum* (Graminée semi aquatique d'origine tropicale).

- **une zone d'amphiphytes** : avec principalement :

Cladium mariscus, *Iris pseudo-acorus*, *Scirpus lacustris*.

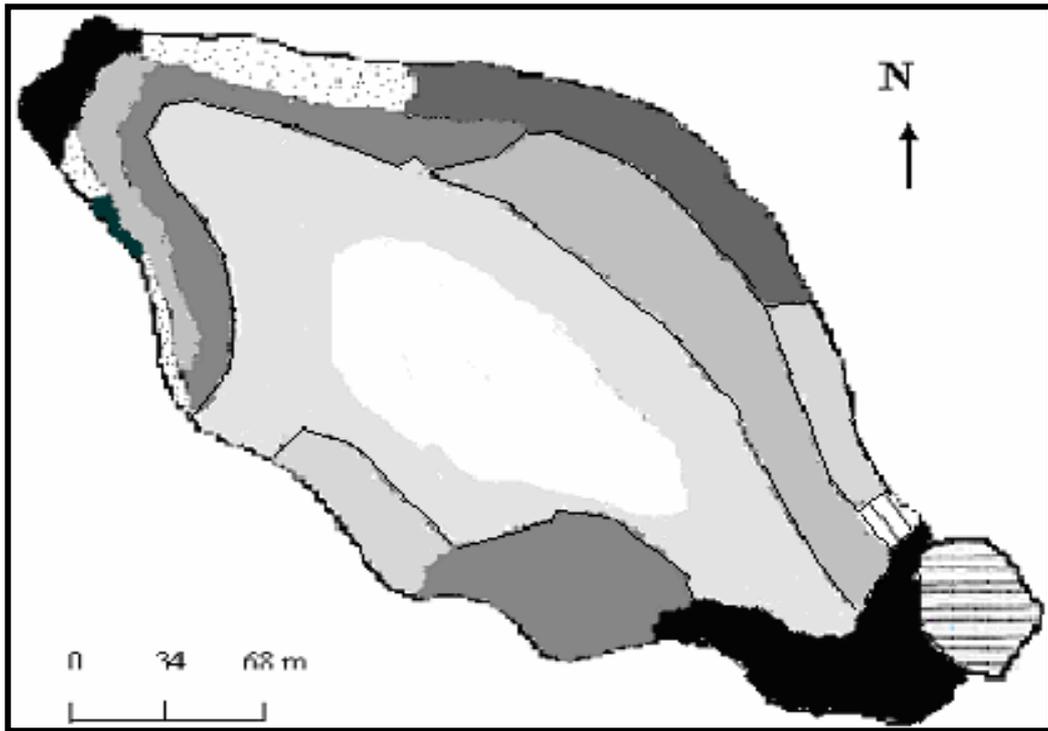
- **une zone d'hygrophytes** : caractérisée par l'installation du grand *Carex elata*.
- **la zone de la forêt humide (l'Aulnaie)** : avec : le *Salix pedicellata* et l'*Alnus glutinosa* qui sont les espèces qui marquent cette zone en plus de *Lavandula stoechas*-*Mentha aquatica* et *Hypericum perforatum*.

NEFFAR, (1991) a identifié 84 espèces végétales et a, aussi, mis au point une carte sommaire de la végétation existante au lac (**figure 05**).

MEKKI (1998), quant à lui, a cité la présence d'un grand nombre d'espèces rares au niveau du lac à l'exemple de : *Ceratophyllum submersum*, *Nymphaea alba* et *Dryopteris gongyloides*, et une espèce en voie de raréfaction *Oldenlandia capencrea* ainsi qu'une autre en voie de disparition *Elatine brochoni*.

Cet auteur a cité aussi l'existence de :

- *Ceratophyllum demersum* et *Potamogeton trichoides*, en été.
- *Callitriche obtusangula* et *Callitriche pedunculata*, en automne.
- Les characées (*Chara sp*) qui envahissent le lac en hiver.
- Les Renoncules (*Ranunculus baudotii*, *Ranunculus ophioglossifolius*, *Ranunculus trichophyllus*) et au niveau des berges nous avons : *Ranunculus macrophyllus* et *Ranunculus muricatus* accompagnées de *Cotula coronopifolia* au printemps.



Source : NEFFAR (1991) - Modifications : DJAABOUB (2008).

Légende (Espèces dominantes)

-  *Alnus glutinosa*
-  *Dryopteris gongyloides*
-  *Paspalum distichum*
-  *Nymphaea alba*
-  Eau libre
-  *Cladium mariscus*
-  *Carex sp.*
-  *Salix pedicellata*
-  *Phragmites austrlis*
-  Réserve d'eau

Figure 05 : Les espèces dominantes du lac Bleu (El-Kala)

2.4. La richesse faunistique

Le lac abrite de nombreuses espèces d'oiseaux nicheuses parmi lesquelles nous citons : le Grèbe castagneux, la Poule d'eau et de nombreux passereaux.

Dans son étude sur le lac Bleu, MEKKI (1998), signale 59 taxa faunistiques dont 13 espèces de Coléoptères non déterminées (**annexe 01**). Parmi ces taxa, nous avons une espèce de l'embranchement des Chordata considérée comme endémique Méditerranéenne très rare (*Aphanius fasciatus*), une rare (*Cybister lateralimarginalis*) et deux autres très rares (*Micronecta sholtzi* et *Micronecta sp.*) de l'embranchement des Arthropoda.

Cet auteur explique l'abondance des effectifs de quelques taxa de l'embranchement des Arthropoda à savoir : Larves d'Ephéméroptères, Larves de Zygoptères, Larves d'Aeshnides, Larves de Libellulides, *Naucoris maculatus*, *Plea minutissima*, *Cybister tripunctatus*, *Cybister senegalansis* et autres Gastropoda comme de bio-indicateurs de l'impact anthropique, ceci, d'une part. D'autre part, le calcul de la richesse spécifique et des trois indices de diversité (Shannon, Equitabilité et Margalef) des taxa faunistiques, indiquent clairement une détérioration de l'état du lac que MEKKI (1998) explique par la pression anthropique sur les écotones de ces sites (feu, cultures) et la pollution (pompe à diesel, lessives) qui ne fait que croître au détriment de la biodiversité.

2.5. Les fossiles du sol tourbeux (macrorestes végétaux)

YOUBI, (2003) a recensé 26 macrorestes végétaux. L'isolement et l'identification de ces dernières ont permis de tirer les conclusions suivantes :

- La fréquence remarquable des herbacées et des cypéracées prouve que ces deux familles ont existé durant toute la vie du lac même lorsque les conjonctures environnantes avaient été les plus rigoureuses ; ceci pourrait être attribuée à leurs faibles exigences écologiques.
- La tendance à la dégradation de la tourbe s'est manifestée dans le lac (importante quantité d'agrégats de matériaux fins extraite des carottes).
- L'abondance des macro fossiles pyro-indicateurs dans le site a conduit à la périodicité du phénomène du feu d'origine anthropique ou naturelle (présence très importante de pièces de bois carbonisées dans la tourbe du lac).
- Le site est soumis au phénomène d'entassement (absence de tourbe dans les 30 cm de surface).
- Les conditions de conservation de la matière organique dans le substrat tourbeux sont moyennement bonnes ; la tourbe est relativement stable.
- Le processus de minéralisation de la tourbe a tendance à s'accroître progressivement, conséquence naturelle des perturbations occasionnées par l'intervention anthropique (activités pastorales, pompages des eaux).

CHAPITRE III
METHODOLOGIE GENERALE

Introduction

Le présent travail a porté sur l'étude et l'analyse de la végétation du lac Bleu. Ce site comprend divers types de milieux dans lesquels on retrouve les formations végétales suivantes :

** La végétation dunaire*

** Les pelouses*

** Le lac proprement dit*

** La Nechâa où la formation est dominée par les saules (figure 06).*

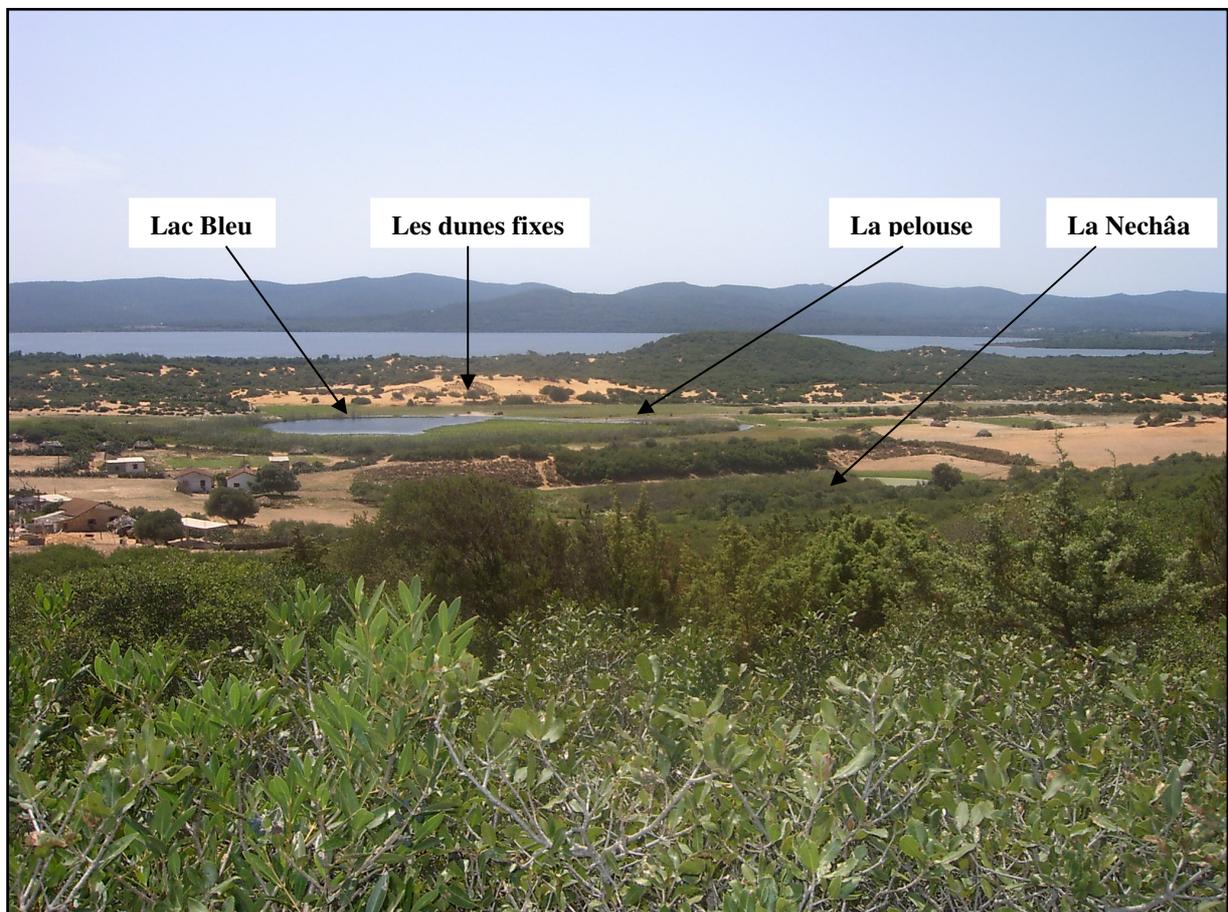


Figure 06 : Les divers types de milieux du site d'étude.

3.1. Plan d'échantillonnage

Afin d'étudier la végétation aquatique du lac Bleu, nous avons réalisé trois étapes distinctes :

- ⇒ Prospection du terrain
- ⇒ Etude des cartes et mise en œuvre du plan d'échantillonnage
- ⇒ Réalisation des relevés floristico - écologiques de la végétation.

La première étape a été consacrée à la prospection du terrain et a débuté le 01 juillet 2006 s'étalant jusqu'au 07 du même mois. Une semaine a été nécessaire pour parcourir l'ensemble du site à étudier. Elle a englobé le lac et ses alentours ainsi que l'ensemble de la végétation qu'il abrite. Cette période a été mise, également, à profit pour procéder à la connaissance et à la détermination des espèces végétales.

La deuxième étape a consisté en l'élaboration du plan d'échantillonnage et en l'étude des cartes. A l'aide du GPS, nous avons tracé le pourtour du lac, calant le tracé sur une photo aérienne datée de 1980 au 1/10.000 (R : 239 O-N-C, syst: NORD). Ceci nous a permis d'obtenir une carte du lac Bleu qui nous a servi de support pour la réalisation des transects.

Selon la méthode d'échantillonnage systématique suivant un mode répétitif représenté par des transects en ligne, nous avons élaboré le plan d'échantillonnage. Nous avons tracé 17 transects en partant des rives. La distance entre les transects est irrégulière et varie entre 18 et 73 m. Les transects ayant une direction précise : Nord Est - Sud Ouest et Nord Ouest - Sud Est, traversent les ceintures de végétation et s'arrêtent là où commence la Nupharaie, et là où la profondeur de l'eau est trop importante pour pouvoir y accéder puisque les différents relevés ont été effectués à pied (**figure 07**).

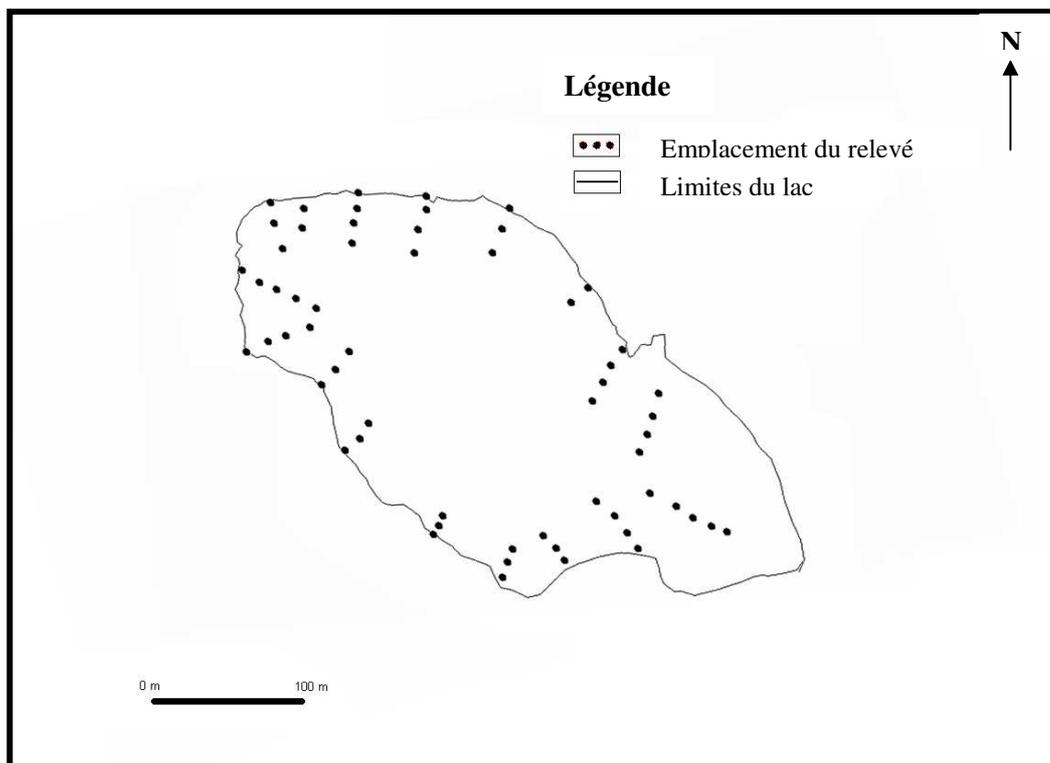


Figure 07 : Le plan d'échantillonnage du lac Bleu

Il est à noter que pour la totalité des transects, nous avons réalisé des relevés répétitifs à chaque fois que la végétation change ; de ce fait, le nombre varie selon la présence et la disposition de la végétation existante sur une surface de 10 m² comme le préconise KADID (1999).

Pour la Nechâa du lac Bleu qui se trouve à environ 150 m du lac Bleu, nous avons procédé de la même façon en traçant 13 transects en partant des rives ; les transects sont équidistants de 10 m dans la direction de la largeur du plan d'eau, alors que la longueur des transects est tributaire de l'accessibilité de la profondeur de l'eau et de la disposition de la végétation ; elle est par voie de conséquence irrégulière (**figure 08**).

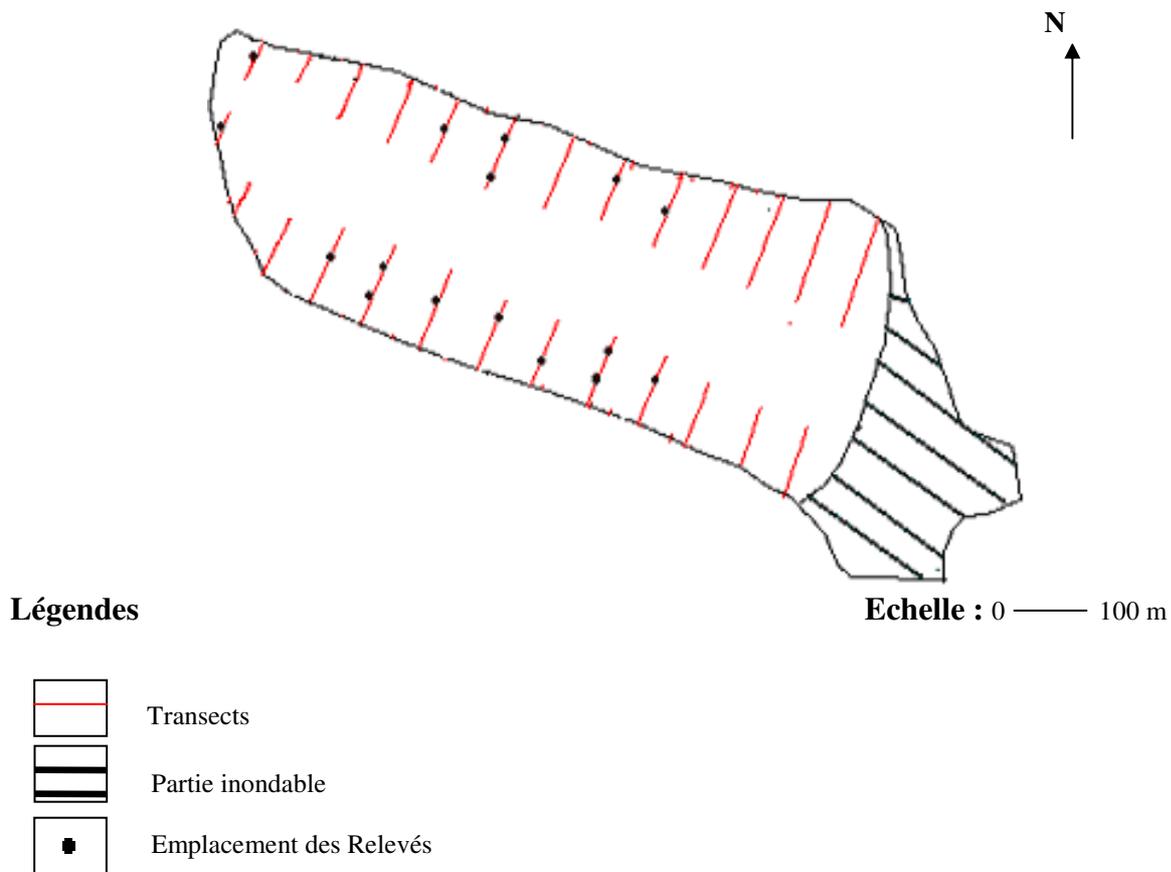


Figure 08 : Plan d'échantillonnage de la Nechâa du lac Bleu (jouxant le lac Bleu)

La troisième étape est la phase de la réalisation des relevés floristiques. Le matériel utilisé est constitué d'une règle graduée pour les mesures de la profondeur, d'une boussole pour l'orientation, d'un GPS pour se positionner et d'un analyseur electro-chimique multi paramètres de terrain qui permet la lecture directe des facteurs physico-chimiques de l'eau ; (**annexes 02**).

Il est important de noter que pour la Nupharaie, les relevés ont été réalisés à l'aide d'une barque, car la forte profondeur ne permet pas l'accessibilité à pied. 10 relevés ont été établis au niveau de cette formation. A ce niveau, nous n'avons pas eu besoin d'appliquer la méthode des transects, ceci au regard de la grande homogénéité de la végétation et de l'importante répétition des groupements qui la composent. Pour cela nous avons appliqué la méthode d'échantillonnage subjectif.

Pour chaque relevé les mesures de certains paramètres du milieu aquatique sont notées, à savoir :

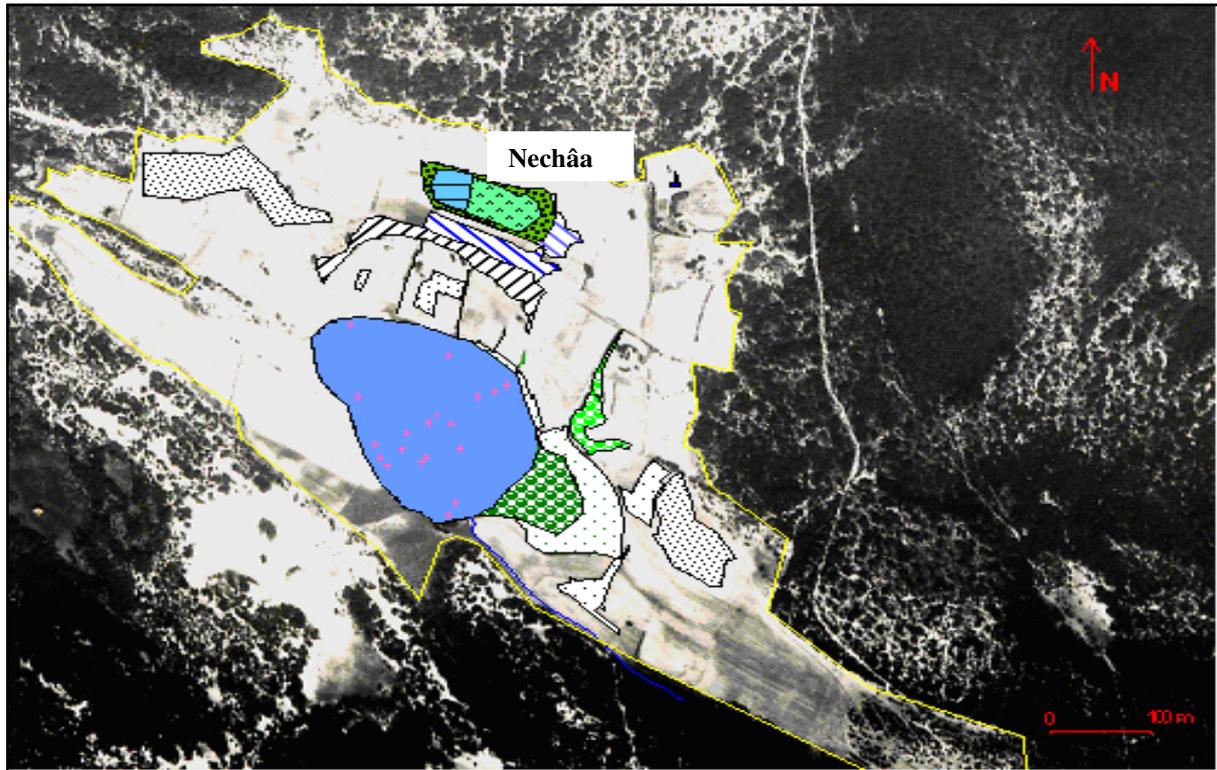
- La profondeur de l'eau en **cm**.
- La température de l'eau en **°c**.
- La conductivité de l'eau en **µS/cm**.
- Le **pH** de l'eau. (**figure 09**)

Les relevés de la végétation sont fait sur la base des relevés phytosociologiques, c'est-à-dire, un inventaire floristique accompagné des coefficients quantitatifs et qualitatifs (abondance-dominance). En pratique, ces deux caractères sont toujours appréciés selon l'échelle mixte de Braun – Blanquet (BRAUN– BLANQUET et *al*, 1952).

Au total, nous avons réalisé 93 relevés :

- ❖ Pour le lac : sur les 17 transects tracés, 71 relevés ont pu être réalisé.
- ❖ Pour la Nechâa du lac Bleu : sur 13 transects tracés nous avons réalisé 16 relevés.
- ❖ Pour les dunes : 06 relevés.

La connaissance des espèces et leur détermination sont basées sur la flore de QUEZEL et SANTA (1963) ; et la flore de la Belgique (DE LANGHE et *al*, 1983).



Légendes :

-  Ripisylve
-  Eau libre
-  La pelouse
-  Oued
- Emplacement du relevé 

-  Petit plan d'eau

Figure 09: Points des relevés floristiques et des prélèvements des paramètres physico-chimiques

3.2. Calendrier des campagnes d'échantillonnage et de récolte des données appliquées au lac Bleu

La récolte des données s'est échelonnée sur trois campagnes d'échantillonnage, répartissant le travail selon le calendrier développé dans le **tableau III**.

Tableau III: Calendrier des campagnes d'échantillonnage et de la récolte des données appliquées au lac Bleu

Périodes d'échantillonnage	Type de zones échantillonnées	Type de données récoltées	Nombre de transects	Nombre de relevés
Du 7.07.2006 au 20.07.2006	- ceinture de végétation	- Relevés floristico-écologiques.	17	61
	- Nupharaie.	- Relevés floristico-écologiques.	-	10
Du 20.08.2006 au 25.08.2006	- ceinture de végétation	- Vérification de l'ensemble des relevés floristico-écologiques effectués.	16	61(relevés vérifiés)
Du 11.09.2006 au 18.09.2006	- la Nechâa du lac Bleu.	- Relevés floristico-écologiques	13	16
	- Les dunes.	- Relevés floristiques.	-	06
	- Les alentours du lac Bleu + les riverains.	--Enquête socio-économique.	-	-
Totaux des Relevés floristiques			46	93*

93* : Correspond au total des relevés effectués au niveau de la ceinture de végétation de la Nupharaie, de la Nechâa du lac Bleu et des dunes.

Comme le montre le tableau III, en plus des relevés établis et expliqués ci-dessus, nous avons réalisé 06 relevés floristiques au niveau des dunes qui entourent le lac Bleu.

A l'aide d'une barque nous nous sommes déplacés sur le lac et nous avons fait les mesures de divers paramètres physico-chimiques au niveau des différents points du lac que sont, la roselière, la Nupharaie et l'eau libre (**figure 09**) ; ceci afin de caractériser sur le plan de la composition physico-chimique les eaux du lac Bleu.

Cependant, et parce que nous étions tributaires de certains impératifs, en l'occurrence la non disponibilité d'appareils de mesure, nous n'avons pu mesurer ces paramètres pour l'ensemble des relevés floristiques effectués.

Au cours de notre travail de terrain nous avons touché à l'aspect socio-économique afin de mettre en évidence les facteurs qui affectent le milieu, et de tenir compte des perturbations que peuvent causer les activités anthropiques des riverains du lac Bleu sur l'équilibre du milieu. Nous avons pu, à l'aide du GPS localiser la totalité des parcelles agricoles, les habitations et les bergeries.

3.3. Traitement des données

Les données ont été analysées par le biais des méthodes suivantes : la méthode phytoécologique, la méthode phytosociologique, la méthode numérique et la méthode cartographique.

3.3.1. L'Approche phytoécologique

La méthode phytoécologique repose sur l'utilisation simultanée des critères floristiques et écologiques pour définir les groupements végétaux et par la suite les potentialités du milieu. L'application des techniques couramment utilisées en phytoécologie permet :

- La hiérarchisation relative des variables du milieu par rapport à l'influence qu'elles exercent sur la répartition des espèces et sur la composition floristique des groupes étudiés.
- La recherche des groupes d'espèces indicatrices à partir de l'analyse de l'influence que chacune des variables, prises séparément, peut avoir sur la répartition des espèces.

Cette méthode caractérise la sensibilité des espèces aux conditions du milieu au moyen de profils écologiques.

Les espèces qui présentent des profils écologiques semblables et qui apportent une information élevée sur les mêmes variables constituent les groupes écologiques indicateurs des conditions de milieux bien déterminés (DJEBAILI, 1978).

L'étude phytoécologique a, donc, pour but la constitution de noyaux d'espèces à écologie semblable, ce qui revient à établir des groupes écologiques (M'HIRIT, 1982). Un groupe écologique constitue la plus petite unité synécologique concevable présentant des caractères floristiques et écologiques précis ; autrement dit, c'est le groupe d'espèces indicatrices de conditions écologiques précises, réunies grâce à des profils écologiques semblables et apportant une information élevée sur le facteur écologique considéré (GOUNOT, 1969 ; DAGET et *al*, 1970).

3.3.1.1. Les profils écologiques

Cette méthode a été mise au point par plusieurs auteurs en particulier GOUNOT (1969). Selon M'HIRIT (1982), un profil est une distribution de présences (fréquences) d'une espèce dans diverses modalités d'une variable écologique. Enfin, un profil écologique est une représentation graphique qui a l'avantage d'être plus parlante que les chiffres, traduisant le nombre d'apparitions de chaque espèce pour chaque classe de variables (GOUNOT, 1958).

3.3.1.2. Profil des fréquences relatives

C'est le nombre de présence d'une espèce dans chacune des classes d'un facteur divisé par le nombre de relevés effectués dans chaque classe rapporté à cent (**100**).

$$FR = \frac{FA}{N} \times 100$$

Où : **FR** : Fréquence relative ; **FA** : Fréquence absolue ; **N** : Nombre de relevés par classe ;

Le profil des fréquences relatives permet de préciser l'écologie des espèces.

3.3.1.3. Profils des fréquences corrigées

La mise en évidence des relations entre le facteur écologique mesuré (la profondeur) et la répartition des espèces est réalisée par l'étude des profils écologiques des espèces obtenus en calculant leurs fréquences corrigées qui est la fréquence relative de l'espèce divisée par la fréquence moyenne de l'espèce dans l'ensemble des relevés.

$$FC = \frac{FA}{NI} \times X \frac{\Sigma NI}{\Sigma FA} = FR \frac{\Sigma NI}{\Sigma FA}$$

Où :

FC : Fréquence corrigée.

NI : Nombre de relevés de la classe I.

FA : Fréquence absolue.

ΣNI : Nombre total de relevés.

FR : Fréquence relative.

ΣFA : Somme des fréquences absolues (Nombre total des présences de l'espèce).

Selon GUILLERM (1971), cette étude (profils écologiques des fréquences corrigées) permet de préciser l'écologie des espèces et de regrouper celles dont les exigences écologiques sont les plus semblables.

Ce profil permet de mettre en évidence la parfaite ressemblance écologique du comportement des espèces qui n'apparaît pas au seul examen des profils de fréquences relatives et de faire ressortir les groupes écologiques.

3.3.1.4. Entropie facteur et qualité de l'échantillonnage

L'entropie facteur permet de juger de la valeur de la répartition des relevés dans les différentes classes désignées pour chaque facteur (GUILLERM, 1971). Cette dernière est liée au nombre de classes du facteur ainsi qu'au nombre de relevés effectués dans chacune des classes du facteur.

$$H(L) = \sum \frac{R(K)}{NR} \log_2 \frac{NR}{R(K)} \quad (\text{GUILLERM, 1971}).$$

H (L) : Entropie facteur
R (K) : Nombre de relevés dans la classe K
NR : Nombre total de relevés.

L'entropie facteur sera maximale lorsqu'il y a le même nombre de relevés dans toutes les classes du facteur. Elle correspond au meilleur échantillonnage possible pour le facteur considéré.

$$H(L)_{\max.} = \sum \frac{1}{NK} \text{Log}_2 NK = \frac{NK}{NK} \text{Log}_2 NK = \text{Log}_2 NK \quad (\text{GUILLERM, 1971}).$$

NK : Nombre de classes du facteur L.

Le rapport entropie – facteur / entropie – facteur maximal permet de juger de la qualité à priori du meilleur échantillonnage.

Les facteurs les mieux échantillonnés auront un rapport $H(L) / H(L)_{\max.}$ voisin de 1.

3.3.1.5. Information mutuelle espèce – variable écologique

C'est la quantité d'informations apportées par la présence ou l'absence d'une espèce vis à vis des modalités d'un facteur écologique. Elle exprime la valeur indicatrice de l'espèce (M'HIRIT, 1982) et permet de mesurer la sensibilité d'une espèce à un descripteur écologique (BLONDEL, 1979). Elle correspond à l'intersection entre l'entropie espèce et l'entropie facteur (GUILLERM, 1971), nous avons alors :

$$I(L, E) = \sum \frac{N(K)}{NR} \text{Log}_2 \frac{U(K)}{R(K)} \times \frac{NR}{U(E)} + \sum \frac{V(K)}{NR} \text{Log}_2 \frac{V(K)}{R(K)} \times \frac{NR}{V(E)}$$

I (L, E) : Information mutuelle espèce – variable écologique.
N (K)... : Nombre de classes distinguées pour le facteur L.
U (K) ...: Nombre de relevés de la classe k, et où l'espèce E est présente.
V (K)... : Nombre de relevés de la classe K, et où l'espèce E est absente.
R (K)... : Nombre de relevés de la classe K.
U (E)... : Nombre total de relevés où l'espèce E est présente.
V (E)... : Nombre total de relevés où l'espèce E est absente.
NR ... : Nombre total de relevés.

Plus l'information mutuelle est élevée, plus le pouvoir discriminant du descripteur est fort. De ce fait, les espèces dont l'information mutuelle est la plus élevée ont une valeur indicatrice pour le facteur considéré, à savoir la profondeur de l'eau.

3.3.1.6. Amplitude d'habitat (AH)

Pour tirer le maximum d'informations des profils écologiques, nous avons utilisé ce paramètre pour chaque espèce afin de mieux mesurer la plasticité écologique vis à vis d'un descripteur de milieu, selon la formule établie par (BLONDEL, 1979).

$$AH = e^{H'}$$

e... : Base des logarithmes népériens.

H' : Fonction de Shannon = $-\sum P_i \text{Log}_e P_i$.

P.. : Proportion des contacts de l'espèce dans chaque modalité de facteurs.

L'amplitude d'habitat varie de **1**, si l'espèce est présente dans une seule classe du facteur, à **n** (**n** = nombre des classes), si l'espèce est équi-répartie dans toutes les classe de ce descripteur. Si **AH** est grand, nous avons affaire à une espèce dite généraliste ou eurytope, s'il est faible, l'espèce est considérée comme sténotope ou spécialiste.

LHERITIER et *al* (1979), mentionnent que l'amplitude d'habitat et le barycentre permettent de mieux cerner la façon dont chaque espèce se répartit le long de la succession.

3.3.1.7. Le barycentre écologique G

Le barycentre mesure le centre de gravité de la distribution des présences de l'espèce le long d'un descripteur (BLONDEL, 1979) et situe la position moyenne de chaque espèce le long d'un gradient (RAMADE, 1984).

Ce paramètre permet de situer statistiquement et avec précision le préférendum écologique des espèces ; ce préférendum correspondrait à l'optimum écologique des espèces (FELTZINES, 1982).

$$G = \frac{X_1 + 2X_2 + 3X_3 + \dots + nX_n}{\Sigma X} \quad (\text{LHERITIER et al, 1979}).$$

G : Le barycentre

X1 : fréquence centésimale de l'espèce E dans la classe 1 du facteur considéré

X2 : fréquence centésimale de l'espèce E dans la classe 2 du facteur considéré, etc.

Le barycentre dépend étroitement de la définition à priori du nombre de classes de ressources.

3.3.2. L'Approche numérique

Parmi les très nombreuses techniques d'analyse multi variable, l'analyse factorielle des correspondances (**AFC**) est actuellement utilisée en écologie de manière générale et en phytosociologie de manière particulière. Nous avons choisi cette analyse pour comparer les résultats obtenus par la méthode des profils, où à ce sujet GUILLERM (1971) admet qu'il est intéressant de comparer les résultats obtenus par la méthode des profils à ceux des calculs plus globaux, telle que l'analyse factorielle des correspondances ou, plus simplement, d'un algorithme de classification numérique.

GUINOCHET (1973), signale que l'analyse factorielle des correspondances a pour objet la représentation avec le minimum de perte d'information, dans un espace à 2 ou 3 dimensions d'un ensemble de points d'un espace à **n** dimension.

BRIANE (1994), précise que l'AFC est une technique multidimensionnelle dont l'objectif peut se résumer en la recherche de classement sur des échelles continues (facteur) tant de lignes que de colonnes d'un tableau de données.

L'avantage de cette méthode réside dans le fait que la similarité des éléments à classer ou à comparer est établie avec rapidité et sécurité, et permet, en utilisant la distance du χ^2 (**chi deux**) qui rend compte de la structure des écarts à l'indépendance entre 2 variables, de décrire la dépendance ou la correspondance entre deux ensembles de caractères qui sont, dans notre cas, les relevés et les espèces.

Lors de l'analyse floristique, les résultats obtenus sont, essentiellement, des représentations graphiques (projection du nuage des points sur les axes principaux) où les données sont représentés par un nuage de « **points - relevés** » et un nuage de « **points – espèces** » (MEDDOUR, 1994).

L'AFC est basée sur l'analyse des données floristiques indépendamment de toutes notions préconçues concernant les facteurs contrôlant le milieu et les séries successives. Tout l'intérêt de ce type d'ordination réside dans la variation interne des données. L'interprétation et les hypothèses concernant les facteurs déterminants sont faites dans le sens de l'examen de la variabilité floristique, laquelle reflétera, inévitablement, une ou plusieurs variations du milieu (KENT et COKER, 1992). Les données du milieu ne sont utilisées durant aucune phase de l'analyse, mais introduite, seulement, durant la phase de l'interprétation (KENT et COKER, 1992). Notre objectif s'inscrit dans ce contexte.

Pour interpréter les résultats (graphiques) issus de l'ordination automatique, généralement, on suit les démarches suivantes :

- ⇒ Comparaison des graphiques espèces et relevés : si deux points relevés sont proches dans l'espace factoriel, cela signifie que les profils des espèces représentés par ces relevés sont voisins.
- ⇒ Réunion, d'abord, des groupes de relevés sous un même ensemble, puis d'espèces selon leur proximité.
- ⇒ Interprétation des axes : un seul axe ne représente pas, en général, un seul facteur, il peut représenter plusieurs facteurs en proportions variables. Ceci se traduit par des nuages de points obliques par rapport aux axes.

Le simple examen des graphiques ne suffit pas pour interpréter, correctement, les résultats obtenus par l'AFC. Pour cela le calcul d'un certain nombre de coefficients est nécessaire, à savoir :

- **Le taux d'inertie** : il permet d'évaluer l'importance de chaque axe.
- **Cosinus carré** : c'est l'angle entre un point et un axe factoriel donné. Il donne une idée sur la qualité de la représentation graphique, cette qualité est d'autant plus forte qu'un élément point lié à un axe factoriel.
- **Contribution relative** : c'est le pourcentage de l'inertie de l'axe considéré dont est responsable tel ou tel relevé ou espèce ; les relevés et les espèces qui

ont une plus forte contribution sont les plus explicatifs pour l'axe factoriel considéré (BRIANE, 1994).

Le logiciel utilisé pour notre analyse est MVSP (Kovach, version 3.1, 1986-2002). Ce logiciel présente l'avantage de donner des graphiques relevés et des graphiques espèces de même échelle, donc superposables. Il permet, également, d'utiliser les coefficients d'abondance–dominance codés de + à 5.

3.3.2.1 La classification ascendante hiérarchique (CAH).

La CAH est le complément de l'AFC. C'est une technique mathématique dont le principe est le regroupement des individus d'un ensemble par similitude, de façon à construire, progressivement, une suite de partitions emboîtées les unes dans les autres. A chaque étape la CAH réunit les deux classes de la partition obtenue antérieurement, et réunissant les classes les plus proches. L'hiérarchisation s'arrête dès qu'il ne reste plus qu'une seule place. Cette classification permet la détection et la délimitation efficace de classes homogènes (BRIANE, 1994) et évite les erreurs et subjectivités dans la discrimination des ensembles de relevés.

3.3.3 L'Approche phytosociologique

La phytosociologie est la science des groupements végétaux ou syntaxons ; et le fondement méthodologique est le relevé de végétation (GEHU et RIVAZ MARTINEZ, 1981). La composition des relevés permet de mettre en évidence le fait que certaines espèces ont tendance à vivre en commun et qui se trouvent, donc, régulièrement réunies sur les diverses listes floristiques.

L'objectif de la phytosociologie est la description et la compréhension de la végétation, l'organisation, dans l'espace et dans le temps, sur les plans qualitatifs et quantitatifs des espèces végétales qui la constituent (RAMEAU, 1987).

Selon GEHU et RIVAZ-MARTINEZ (1981), l'association végétale unité élémentaire de la phytosociologie est, donc, un concept abstrait qui se dégage d'un ensemble d'individus d'association possédant en commun à peu près les mêmes caractères floristiques, statistiques, écologiques, dynamiques, chorologiques et historiques.

L'association est, donc, caractérisée par une amplitude assez étroite. En plus des critères floristico-statistiques, elle s'inscrit dans un contexte écologique et géographique précis, sa signification est territoriale, dans un cadre écologique et dynamique défini et homogène (RAMEAU, 1987).

La méthode phytosociologique comporte deux étapes :

- **La phase analytique** qui est la prise de relevés de végétations sur le terrain.
- **La phase synthétique** qui, elle, consiste en la comparaison analogique des relevés par la technique de tableaux ; elle peut, également, être réalisée par ordination. Il existe deux catégories de tableaux phytosociologiques, détaillés et synthétiques.

Les tableaux détaillés comprennent :

- . **Le tableau brut** : Il réunit les relevés dans l'ordre de leur collecte, sans aucun ordre particulier.
- . **Le tableau de présence** : Le tableau brut est transformé en tableau de présence en ordonnant les espèces en fonction de leur degré de présence décroissante.
- . **Le tableau partiel** : Il ne regroupe que quelques espèces soupçonnées d'avoir une tendance à la combinaison ou à l'exclusion.
- . **Le tableau ordonné** : Les relevés qui se ressemblent le plus sont réunis à proximité les uns des autres.
- . **Le tableau final** : Lui, classe les espèces par catégorie phytosociologique (association, alliance, ordre et classe), et à l'intérieur de chaque catégorie par présence décroissante.

La présence des espèces du tableau est exprimée par les chiffres romains de (I à V) et correspond à des classes de présence définies selon l'échelle de BRAUN-BLANQUET en 1952.

Les associations végétales du lac Bleu décrites sont classées suivant un synsystème composé de classe, ordre et alliance.

3.3.4. L'approche cartographique

La cartographie de la végétation a fait l'objet de plusieurs études qui sont pratiquées à des fins d'aménagement du territoire, de recensement de la flore, de connaissance et de description des groupements végétaux.

La cartographie n'est pas une fin en soi mais une technique, un mode d'expression graphique concret d'un certain nombre d'entités comme la végétation. Elle permet, selon ROUSSEL (1987), d'affiner la composition de la végétation.

D'après OZENDA (1986), la carte exprime plus de choses que ne peut le faire un texte ; elle les exprime plus clairement, autrement dit, d'une manière aisée et plus vite exploitable, enfin, elle les exprime plus objectivement. Pour tous ces avantages, nous avons jugé intéressant et utile de solliciter le mode de représentation cartographique de nos résultats obtenus grâce à l'analyse de la végétation aquatique acquis par l'AFC, la méthode des profils écologiques et par la méthode phytosociologique.

Dans le contexte de notre étude, la représentation cartographique a pour objectif la mise en relief des associations végétales une fois qu'elles sont démêlées et déterminées et que leur physionomie ainsi que les différentes classes de profondeurs caractérisant la zone étudiée qui correspondent à ces syntaxons sont mises en évidence.

Les démarches opérationnelles entreprises dans l'élaboration de nos cartes à savoir, la carte bathymétrique, la carte physionomique et la carte phytosociologique, sont comme suit :

1. Le traçage du pourtour du lac Bleu sur le terrain à l'aide du GPS.
2. Le calage du tracé obtenu sur une photographie aérienne datant de 1980, au 1/10.000 (R : 239 O-N-C, syst : NORD).
3. La délimitation sur la carte, obtenue au 1/200^e, des limites de la zone échantillonnée par l'intermédiaire des 17 transects.
4. La circonscription des limites de la répartition spatiale des groupements végétaux dégagés et des différentes classes de profondeurs qui ont été réalisé en se basant sur les relevés phytosociologiques.
5. L'attribution des symboles ou des couleurs particuliers à chacune des unités cartographiées suivantes : les associations végétales, les unités physionomiques et les classes de profondeurs.

En ce qui concerne les instruments utilisés dans la délimitation des unités végétales d'un territoire donné, de nombreux auteurs s'accordent à considérer la photographie aérienne ainsi que les fonds topographiques comme le meilleur instrument pour la délimitation des unités végétales.

Dans notre cas, le tracé a été réalisé avec le logiciel "MAP INFO professional version 6.5" qui est un logiciel SIG (geographic information system) à partir d'une photo aérienne du lac Bleu géoréférencée sous "map info". Les références géographiques ont été calées par GPS "Garmin 12" sur des repères reconnus à partir de la photo aérienne et marqués sur terrain.

CHAPITRE IV
ETUDE DE LA VEGETATION DU
LAC BLEU

Introduction

Au cours de ce chapitre nous allons caractériser les eaux du lac Bleu sur le plan physico-chimique, entamer l'analyse floristique et traiter les données obtenues sur le terrain par le biais des approches phytoécologique, numérique, phytosociologique et cartographique.

4.1. Caractérisation physico-chimique des eaux du lac Bleu

Avant d'entamer l'analyse floristique du lac Bleu, nous avons jugé intéressant de caractériser sur le plan physico-chimique les eaux du lac Bleu. Pour cela les différentes mesures de divers paramètres physico-chimiques que nous avons effectuées aux niveaux de la Roselière, de la Nupharaie et de l'eau libre, sont présentées dans le **tableau IV**.

Tableau IV : caractérisation physico-chimique des eaux du lac Bleu

Les paramètres mesurés	Relevés au niveau de la roselière	Relevés au niveau de la Nupharaie	Relevés au niveau de l'eau libre
pH moyen en surface	6,22	6,46	6,73
pH moyen en profondeur		6,44	6,38
pH moyen		6,45	6,55
pH moyen général	6,37		
Conductivité moyenne en surface ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	235,66	238,16	240
Conductivité moyenne en profondeur ($\mu\text{S}/\text{cm}$)		260,50	268,66
Conductivité moyenne ($\mu\text{S}/\text{cm}$)		249,33	254,33
Conductivité moyenne générale ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	244,77		
Température moyenne en surface ($^{\circ}\text{C}$)	28,3	28,31	27,85
Température moyenne en profondeur ($^{\circ}\text{C}$)		27,48	26,6
Température moyenne ($^{\circ}\text{C}$)		27,89	27,22
Température moyenne générale ($^{\circ}\text{C}$)	28,03		

Le tableau IV montre que de façon générale, les eaux du lac Bleu se caractérisent par un **pH** inférieur à 7.

- En surface ce paramètre est supérieur au niveau de l'eau libre (**6,73**) par rapport à celui mesuré au niveau de la végétation (**6,34**).
- Au contraire, en profondeur, le **pH** est légèrement plus élevé au niveau de la végétation (**6,44**) par rapport au niveau de l'eau libre (**6,38**).
- En général le **pH** est plus élevé au niveau de l'eau libre (**6,55**) par rapport au niveau de la végétation (**6,37**), puisque la végétation acidifie le milieu.
- conductivité en surface est légèrement inférieure par rapport à la profondeur, sachant que les racines des espèces végétales augmentent la conductivité.

Tenant compte de l'échelle proposée par THOEN et *al.* (1996) qui spécifie que les eaux sont faiblement minéralisées (peu chargées) pour les valeurs de conductivité allant de **0,1 à 0,166 mS. cm⁻¹** et que, de **0,432 à 0,746 mS. cm⁻¹** elles sont fortement minéralisées, nous pouvons ainsi classer les eaux du lac bleu.

Au niveau de l'eau libre la conductivité est légèrement plus élevée (**258,20 μ S/cm**), comparativement à celle mesurée au niveau de la végétation (**244,77 μ S/cm**). Ces normes semblent être un signe d'eutrophisation.

La température des eaux du lac est plus élevée au niveau de la végétation (**28,03°C**) par rapport à celle mesurée au niveau de l'eau libre du lac (**27,22°C**) ; ceci explique que la végétation augmente la chaleur.

Nous constatons, également, que la température diminue progressivement au fur et à mesure que la profondeur augmente.

4.2 Analyse floristique

L'étude de la végétation du lac Bleu nous a permis de recenser 38 espèces végétales dont 10 au niveau des dunes et 28 au niveau du lac Bleu, ses alentours et au niveau de la Nechâa du lac Bleu qui se trouve à environ 150 mètres au Nord du lac.

Ces 38 espèces recensées sont représentées par 25 familles botaniques dont 09 appartiennent à la Classes des Monocotylédones et 14 familles à celles des Dicotylédones à l'exception des deux taxons *Osmunda regalis* et *Thelypteris palustris* qui appartiennent à la Classe des Filicopsides ; quant à *Juniperus oxycedrus*, elles fait partie de la classe des Coniferopsides. La famille la mieux représentée est celle des cypéracées avec 05 taxons, (**annexe 03**).

Enfin nous signalons, au sein des dunes entourant le lac, la présence d'une espèce considérée comme endémique, *Genista ulicina*.

Si nous écartons les dunes et la Nechâa du lac Bleu, nous enregistrons 28 espèces recensées dont 21 d'entre elles sont présentes au niveau du lac proprement dit et 07 espèces au niveau de la pelouse qui entoure le lac.

4.2.1. Origine biogéographique

Sur le plan de l'origine biogéographique et selon la flore de QUEZEL et SANTA (1963), la flore du lac Bleu se compose de 04,76% d'espèces méditerranéennes, de 42,85 % de cosmopolites et de subcosmopolites, de 14% d'eurasiatiques, de 04,76% de tropicales et de sub tropicales, de 14,28% de circum-boréales et de sub circum-boréales, de 04,76 % de paléotemperées, de 04,76% de tropicales - méditerranéennes, de 04,76% de Eurasiatiques-. Africaines – Australes et de 04,76 % d'européennes (**figure 10**).

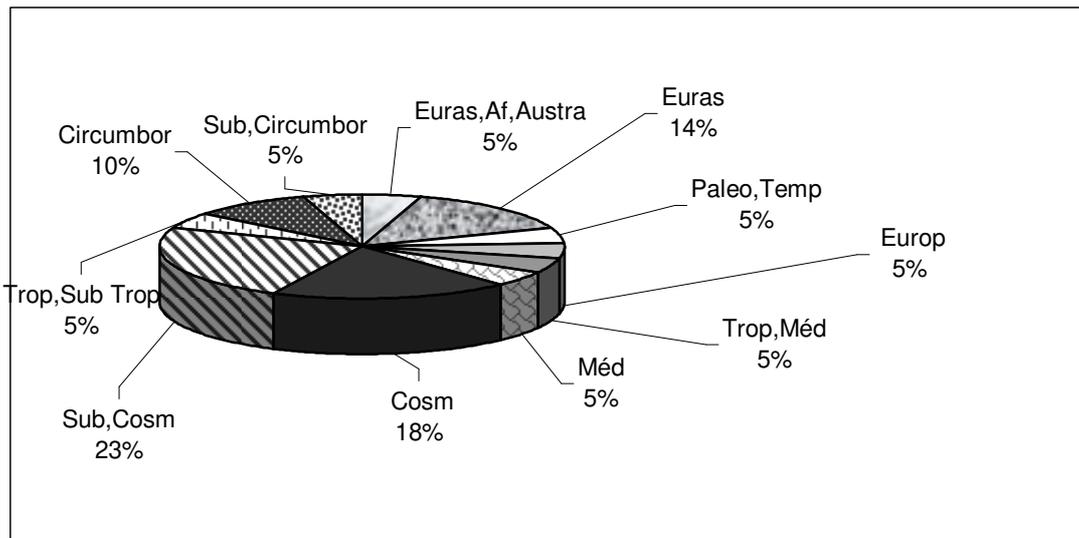


Figure 10: Spectre biogéographique des plantes aquatiques du lac Bleu.

La flore de la pelouse se compose de 14,28% d'espèces sub-cosmopolites, de 28,57% méditerranéennes, de 14,28% tropicales, de 28,57% atlantico-méditerranéennes, et de 14,28% de paléotemperées (**annexe 03**).

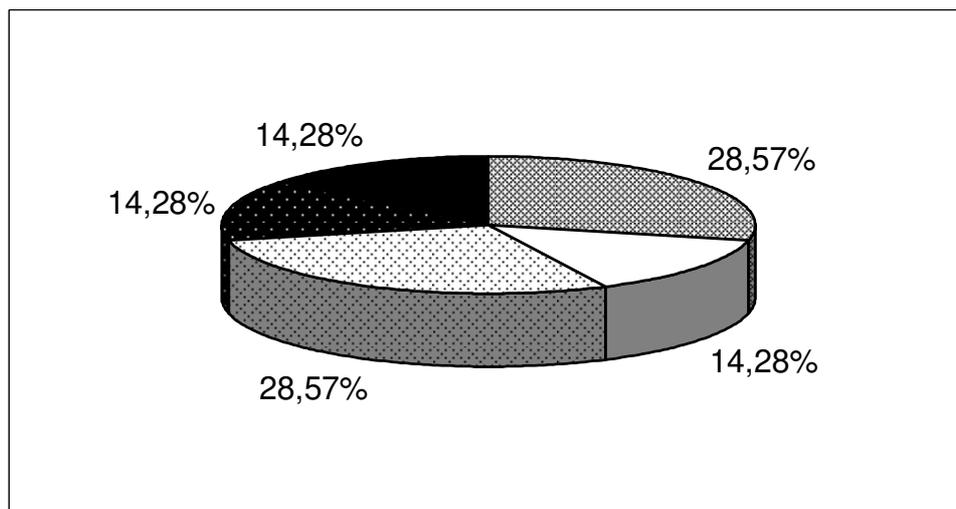


Figure 11: Spectre biogéographique des plantes de la pelouse du lac Bleu.

Cette diversité biogéographique est sans doute liée à la position géographique de l'Algérie.

4.2.2. Rareté

Quant au gradient de rareté des espèces, il apparaît clairement que la moitié des espèces du lac proprement dit sont considérées comme rares et très rares (47,61% dont 19,04% de très rares) et 04,70% d'espèces insuffisamment documentées sur leurs gradients de rareté. Le spectre montrant le détail des pourcentages des espèces selon leur degré de rareté est porté par la **figure 12**. Le reste des espèces 47,61% constitue le lot des taxons communs à très communs, selon QUEZEL et SANTA (1963).

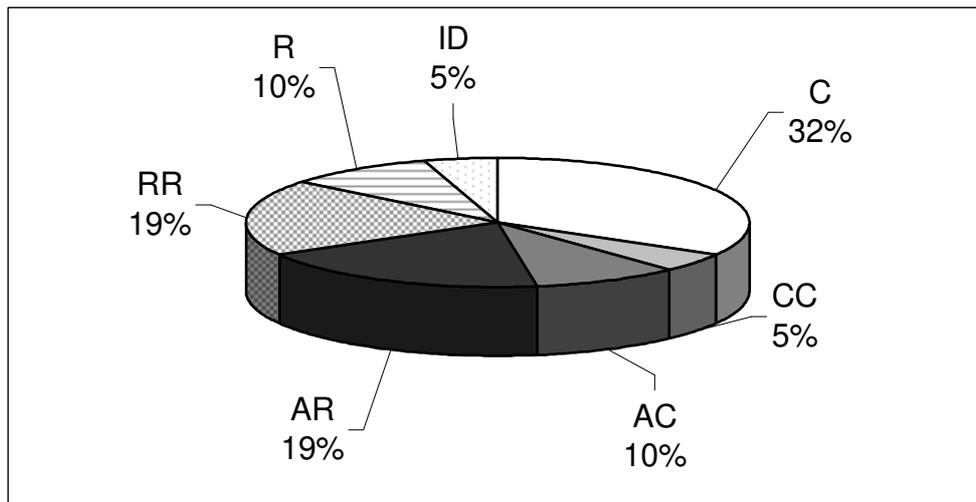


Figure 12 : Spectre de rareté des plantes aquatiques du lac Bleu.

85,71% des espèces de la pelouse sont considérées comme commune à très communes et 14,28% d'espèces insuffisamment documentées sur leurs gradients de rareté, soit une seule, il s'agit de *Paspalum distichum*.

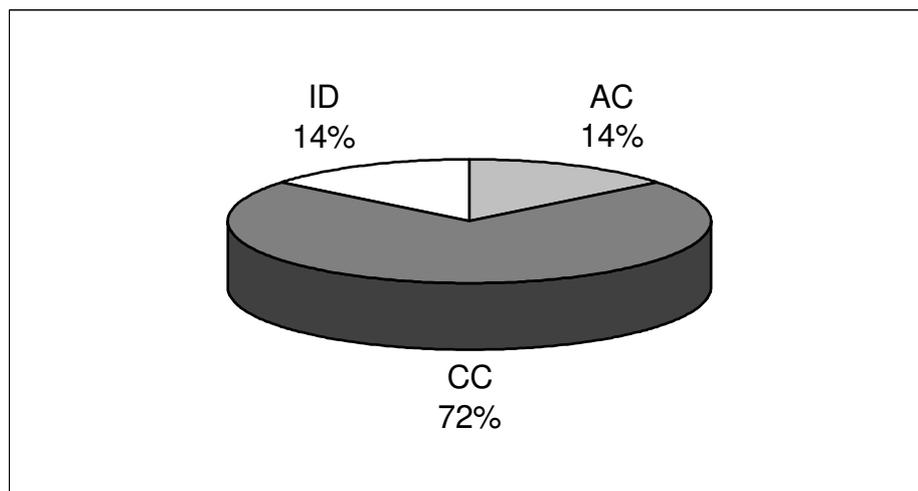


Figure 13 : Spectre de rareté des plantes de la pelouse du lac Bleu.

4.2.3. Types biologiques

Le spectre relatif aux types biologiques de la couverture végétale montre que le lac Bleu proprement dit est quasiment dominé par les héliophytes et à un degré moindre par les hydrophytes (**figure 04**).

- Les héliophytes totalisent 57,14%, soit 12 espèces recensées dont :

- 42,85% de grandes hélophytes (09 espèces) qui sont : *Cladium mariscus*, *Iris pseudo-acorus*, *Lycopus europaeus*, *Phragmites australis*, *Scirpus lacustris*, *Typha angustifolia*, *Typha latifolia*, *Carex elata* et *Leersia hexandra*.

- 14,28% de petites hélophytes (03 espèces) : *Galium palustre*, *Lythrum salicaria* et *Polygonum salicifolium*.

• Les hydrophytes représentent 23,80% des espèces dénombrées soit 05 espèces dont :

- 19,04% d'hydrophytes fixes (04 espèces) : *Ceratophyllum demersum*, *Nymphaea alba*, *Potamogeton trichoides* et *Utricularia vulgaris*.

- 04,76% d'hydrophytes libres représentées par *Lemna minor*.

• Les phanérophytes forment 09,52% de la totalité des taxons soit 02 espèces à savoir :

Salix pedicellata et *Alnus glutinosa*.

• Les hémicryptophytes forment 09,52% de la totalité des taxons, soit 02 espèces représentées par *Osmunda regalis* et *Thelypteris palustris*.

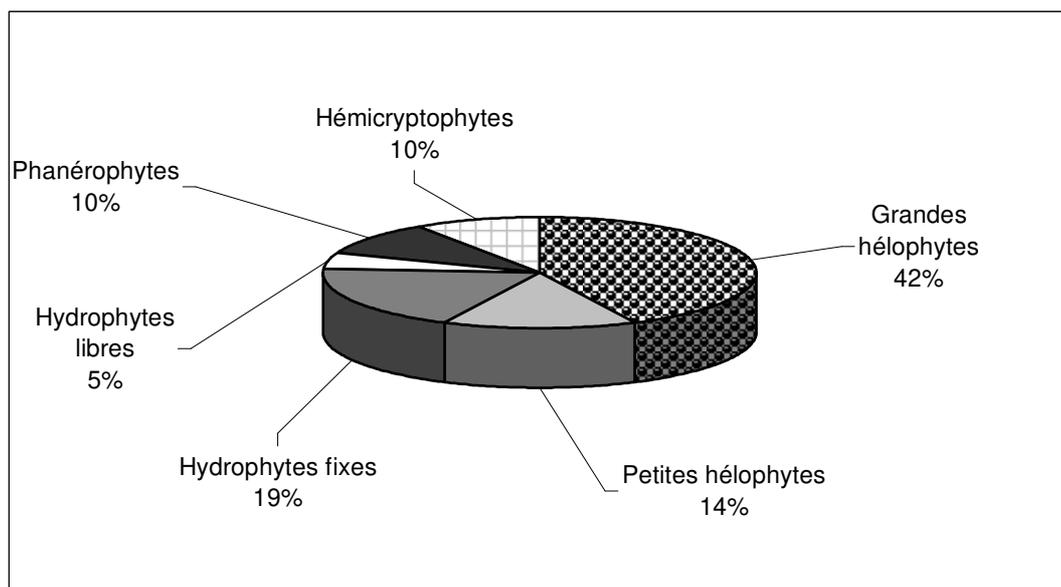


Figure 14: Spectre des types biologiques des plantes aquatiques du lac Bleu.

• La couverture végétale de la pelouse du lac Bleu est dominée par :

Les petites hélophytes qui totalisent 85,70 %, soit 05 espèces recensées qui sont : *Paspalum distichum*, *Baldellia ranunculoides*, *Lythrum junceum*, *Lythrum tribracteatum*, *Scirpoides holoschoenus* et *Mentha rotundifolia*.

• Les thérophytes sont représentées par une seule espèce *Anagallis arvensis*.

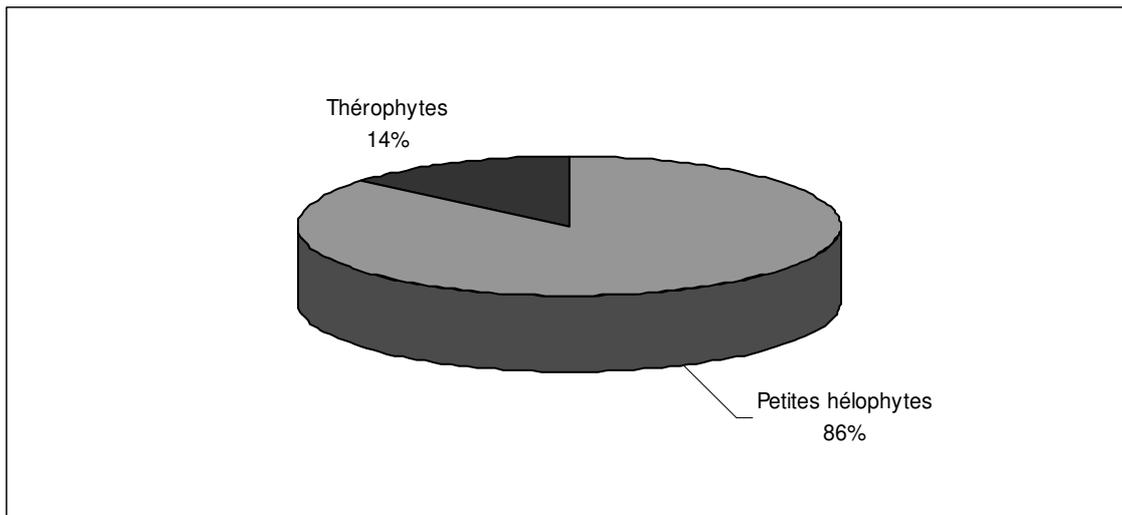


Figure 15: Spectre des types biologiques des plantes de la pelouse du lac Bleu.

4.3 L'approche phytoécologique

Le traitement des 87 relevés floristico-écologiques selon la méthode de la théorie de l'information, nous permet d'analyser la distribution des 18 espèces retenues sur 38 recensées dans les différentes classes du descripteur retenu grâce aux profils écologique en fréquences relatives et corrigées, de situer statiquement leur profondeur et leur amplitude d'habitat, de calculer l'information mutuelle de toutes les espèces retenues lors de cette analyse et finalement de les grouper sous forme de noyaux d'espèces à comportement écologique semblable vis-à-vis de la profondeur de l'eau (les groupes écologiques).

Pour cette étude nous nous sommes limités aux espèces hydrophytes et hélophytes collectées au niveau du lac Bleu proprement dit et à celles qui se situent au niveau de la Nechâa du lac Bleu se trouvant à quelques 150 mètres du lac Bleu.

Il est à noter que la profondeur de l'eau est le seul facteur retenu parmi les autres facteurs mesurés, sachant qu'en milieu aquatique, la profondeur de l'eau est un facteur intégrateur d'autres variables du milieu (lumière, température, oxygène dissous,...), et semble être le facteur prépondérant dans la distribution des espèces végétales des plans d'eau. Les mesures de la profondeur sont distribuées en classes.

4.3.1. Les classes de profondeurs et la qualité d'échantillonnage

Pour étudier l'écologie de la végétation aquatique du lac Bleu et de la Nechâa du lac Bleu, nous avons retenu un seul paramètre principal, à savoir la profondeur de l'eau. Ce descripteur a été divisé en classes de profondeur afin de mettre en évidence les groupes écologiques. Nous avons réalisé des relevés pour chaque classe. Le nombre de ces relevés varie d'une classe à une autre (**tableau IV**).

Tableau IV: classes de profondeur et qualité d'échantillonnage.

Classes	Nombre de relevés dans chaque classe	H (L)	H (L) max	Q
Classe 1 (0-30cm)	35	0,631	0,698	0,90
Classe 2 (30-60 cm)	14			
Classes 3 (60-90 cm)	15			
Classe 4 (90-120 cm)	06			
Classe 5 (>120 cm)	17			

Le tableau IV révèle que la première classe comprend 35 relevés, la deuxième 14 relevés, la troisième, la quatrième et la cinquième comprennent, respectivement, 15, 06 et 17 relevés. Par ailleurs, dans le but de juger de la valeur de la répartition de nos relevés dans les diverses classes de profondeur, nous avons procédé au calcul de l'entropie relative à la profondeur **H (L)** qui définira la qualité de l'échantillonnage, sachant que les facteurs les mieux échantillonnés auront un rapport entropie facteur **H (L)** / entropie facteur maximal **H (L) max.** voisin de **1**. Pour notre cas, nous avons obtenu une qualité d'échantillonnage de **0,90**. Cette valeur nous permet d'affirmer que nous avons réalisé un échantillonnage correct et d'une bonne qualité, étant donné que le descripteur retenu a pu être plus ou moins équitablement échantillonné dans les diverses classes choisies.

4.3.2. Analyse des profils écologiques en fréquence relative

Les fréquences relatives calculées des 18 espèces retenues pour cette approche sont présentées dans le **tableau VI**.

Tableau VI : Les fréquences relatives des espèces retenues.

Espèces	0-30cm	30-60cm	60-90 cm	90-120 cm	> 120 cm
<i>Ceratophyllum demersum</i>	0,314	0,857	0,80	0,666	0,588
<i>Iris pseudo-acorus</i>	0,142	0,571	0,20		
<i>Lemna minor</i>	0,314	0,571	0,266	0,166	0,117
<i>Carex elata</i>	0,085	0,43	0,60	0,17%	0,06
<i>Leersia hexandra</i>	0,171	0,357	0,40	0,33%	0,176
<i>Galium palustre</i>			0,20		
<i>Lycopus europaeus</i>	0,028		0,133		0,058
<i>Typha angustifolia</i>			0,066		
<i>Utricularia vulgaris</i>	0,057		0,066		
<i>Thelypteris palustris</i>	0,114	0,214	0,20	0,666	0,117
<i>Lythrum salicaria</i>	0,114	0,642	0,40	0,666	0,117
<i>Phragmites australis</i>	0,114	0,50	0,40	0,666	0,176
<i>Potamogeton trichoides</i>	0,285	0,357	0,466	0,666	0,352
<i>Polygonum salicifolium</i>	0,057	0,214	0,133	0,50	0,117
<i>Typha latifolia</i>	0,028	0,071	0,066	0,333	0,235
<i>Cladium mariscus</i>	0,057	0,071	0,20	0,333	0,117
<i>Scirpus lacustris</i>	0,085	0,285	0,133	0,333	-
<i>Nymphaea alba</i>	-	-	0,133	0,333	0,823

L'analyse des valeurs de la fréquence relative montre que 08 espèces (*Typha latifolia*, *Scirpus lacustris*, *Thelypteris palustris*, *Potamogeton trichoides*, *Phragmites australis*, *Polygonum salicifolium*, *Lythrum salicaria* et *Cladium mariscus*) ont pour préférence la classes 4 de profondeur qui concerne la lame d'eau oscillant entre 90 et 120 cm ; 06 espèces (*Carex elata*, *Galium palustre*, *Leersia hexandra*, *Lycopus europaeus*, *Typha angustifolia* et *Utricularia vulgaris*) dans la classe 3 à une profondeur qui vacille entre 60 et 90 cm ; seulement 03 espèces (*Ceratophyllum demersum*, *Iris psudoacorus* et *Lemna minor*) dans la classe 2 dont la profondeur varie entre 30 et 60 cm ; enfin seulement une seule espèce (*Nymphaea alba*) dans la classe 5 à une profondeur supérieure à 120 cm (**annexe 04**).

Du spectre des fréquences relatives (**figure 16**) des plantes aquatiques du lac Bleu, il apparaît clairement que presque la moitié des espèces ont pour préférence la classe 4, soit 44% des espèces retenues, vient, ensuite la classe 3 avec 33%, suivie de la classe 2 avec 17%, puis finalement, la classe 5 avec seulement 06%.

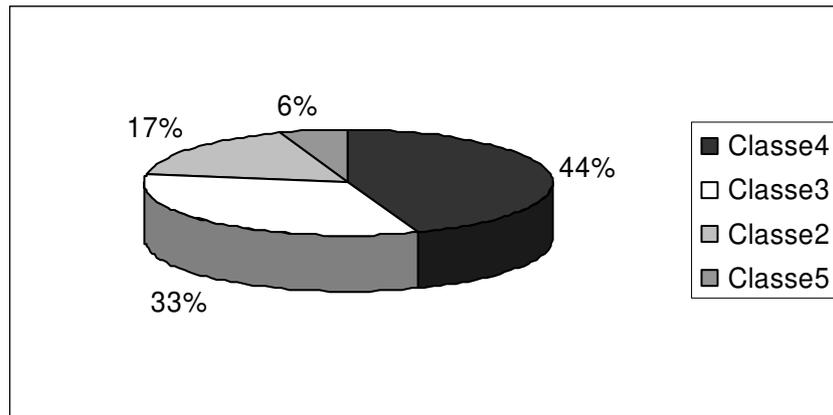


Figure 16: Spectre des fréquences relatives des plantes aquatiques retenues.

4.3.3. Amplitude d'habitat et barycentre écologique

Pour tirer le maximum d'informations des profils écologiques et afin de mesurer la plasticité écologique de chaque espèce vis-à-vis des classes de profondeurs, nous avons calculé l'amplitude d'habitat (**AH**) et le barycentre écologique (**G**). Le calcul de ces deux paramètres nous a permis d'avoir 03 grands groupes (**tableau VII**).

Tableau VII : Amplitudes d'habitat AH et barycentre écologique G des espèces.

Valence écologique	Espèces	AH	G	Classe 1 (0-30cm)	Classe 2 (30-60 cm)	Classe 3 (60-90 cm)	Classe 4 (90-120 cm)	Classe 5 (>120 cm)
Espèces Généralistes	<i>Polygonum salicifolium</i>	4,86	3,39				|	
	<i>Thelypteris palustris</i>	4,84	3,34				|	
	<i>Phragmites australis</i>	4,74	3,15				|	
	<i>Potamogeton trichoides</i>	4,73	3,20				|	
	<i>Cladium mariscus</i>	4,72	3,49				|	
	<i>Ceratophyllum demersum</i>	4,71	3,11		|			
	<i>Leersia hexandra</i>	4,61	2,99		|			
	<i>Lythrum salicaria</i>	4,46	3,01				|	
	<i>Typha latifolia</i>	4,14	3,92				|	
	<i>Scirpus lacustris</i>	3,81	2,85				|	
	<i>Lemna minor</i>	3,78	2,44	|				
	<i>Carex elata</i>	3,67	2,76			|		
	Espèces Intermédiaires	<i>Lycopus europaeus</i>	2,82	3,27	|		|	
<i>Iris pseudo-acorus</i>		2,77	2,06	|				
<i>Nymphaea alba</i>		1,97	4,53					|
Espèces Spécialistes	<i>Utricularia vulgaris</i>	1,88	2,07	|		|		
	<i>Galium palustre</i>	1	3			|		
	<i>Typha angustifolia</i>	1	3			|		

• **Espèces généralistes**

Ce sont les espèces qui montrent une large plasticité ; autrement dite, des espèces qui exploitent 5 ou 4 classes de profondeurs en occupant une tranche d'eau qui varie de 0 à 290 cm.

Sur la base des résultats obtenus, nous constatons que les espèces montrant l'amplitude d'habitat la plus large sont ordonnées de manière décroissante. Elles sont au nombre de 12 espèces ; 11 d'entre elles s'étendent à la totalité des classes. De ces espèces dites généralistes, seule *Scirpus lacustris* chevauche 4 classes de profondeur. Le caractère de ces espèces dites généralistes dénote d'une large plasticité écologique

vis-à-vis de la profondeur et serait dû, selon FELTZINES (1982), à la flexibilité de leur génome, à savoir à quelque adaptation écologique.

Selon les valeurs de l'amplitude d'habitat (**AH**), les espèces généralistes se divisent en 2 sous groupes :

- Un sous groupe qui réunit neuf espèces dont l'amplitude d'habitat est supérieure à 4. Sept de ces espèces trouvent leur optimum écologique au niveau de la classe 4 (90-120 cm) et 02 espèces, à savoir *Leersia hexandra* et *Lythrum salicaria* préfèrent la troisième classe (60-90 cm), avec respectivement des valeurs de barycentre (**G**) égales à 2,99 et 3,01.
- Un autre sous groupe qui renferme trois espèces dont l'amplitude d'habitat est supérieure à 3 et **G** supérieur à 2 qui sont : *Scirpus lacustris*, *Lemna minor* et *Carex elata*.

• **Espèces spécialistes**

Par opposition, c'est le groupe d'espèces qui montre une amplitude qui s'étend sur une seule classe voire débordant, légèrement, sur une deuxième ; ce groupe est composé de trois espèces dites « spécialistes » ; elles sont plus ou moins exigeantes vis-à-vis de la profondeur de l'eau. Leur faible valeur de **AH** traduit un degré élevé de spécialisation. Selon les valeurs de **AH**, cette catégorie se divise en deux sous groupes d'espèces :

- Un premier sous groupe qui réunit deux espèces *Galium palustre* et *Typha angustifolia* dont l'amplitude d'habitat est égale à **1** ; selon les valeurs de **G**, ces espèces sont spécialistes strictes des eaux relativement profondes (60-90 cm).
- Un second sous groupe constitué d'une seule espèce dont l'amplitude d'habitat est supérieure à 1 ; et selon la valeur de **G**, nous avons *Utricularia vulgaris* spécialiste des eaux relativement profondes (60-90 cm) avec un centre de gravité équivalent à **2,07**.

• **Espèces intermédiaires**

Lycopus europaeus, *Iris pseudoacorus* et *Nymphaea alba*, ont une amplitude qui couvre 03 classes de profondeurs ; ce qui les place à un niveau intermédiaire entre les espèces franchement généralistes et spécialistes. Selon les valeurs de leur amplitude d'habitat (**AH**), nous avons :

- Un sous groupe qui réunit 02 espèces dont l'amplitude d'habitat est supérieure à **2** ; *Iris pseudoacorus* trouve son optimum écologique dans la classe 2 (30-60 cm) avec une valeur de barycentre écologique égale, à 2,06. Alors que *Lycopus europaeus* a une valeur de **G** égale à 3,27 ce qui veut dire que cette espèce trouve son optimum de développement dans la troisième classe dont la profondeur est comprise entre 60 et 90 cm.
- Un autre sous groupe composé seulement de *Nymphaea alba*, cette espèce hydrophyte présente une amplitude d'habitat (**AH**) proche de **2** et **G** supérieur à 4 ; cette espèce

exprime son optimum écologique dans la cinquième classe, soit une profondeur supérieure à 120 cm, ce qui en fait une caractéristique des eaux de très fortes profondeurs.

Sur l'ensemble des espèces étudiées, nous avons 66,66% de généralistes, 16,66% de spécialistes et 16,66% d'espèces intermédiaires.

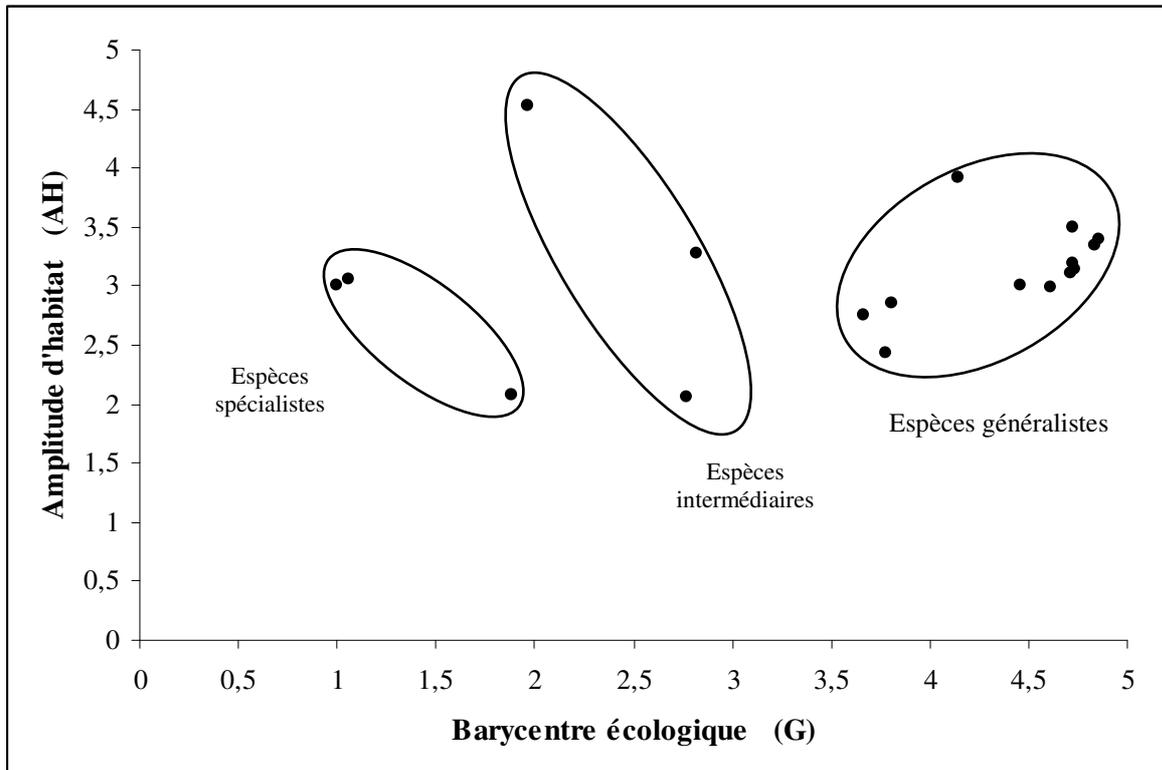


Figure 17 : Représentation des groupes d'espèces en fonction des valeurs de G et AH.

La figure ci-dessus met en évidence les différents groupes écologiques définis par l'amplitude d'habitat et le barycentre écologique.

4.3.4. Elaboration des groupes écologiques

Les groupes écologiques ont été élaborés sur la base des profils de fréquences corrigées et de l'information mutuelle. Par ailleurs, l'information mutuelle, $I(L, E)$, est calculée pour toutes les espèces retenues lors de cette analyse. Les espèces sont rangées par valeurs d'informations mutuelles décroissantes. Quant à l'optimum écologique de l'espèce, il est donné par la valeur de l'état du facteur où sa probabilité de présence est la plus forte. Le regroupement des espèces indicatrices, d'après leur optimum écologique et leur classement d'après la valeur de l'information mutuelle, permet d'établir des groupes d'espèces ayant le même comportement écologique vis-à-vis du facteur étudié (FELTZINES, 1979).

C'est dans ce contexte que les espèces retenues vont être ordonnées en groupes d'espèces indicatrices de profondeurs (**tableaux VIII et IX**).

Tableau VIII : L'information mutuelle des 18 espèces retenues.

Espèces	I (L, E)
<i>Ceratophyllum demersum</i>	0,037
<i>Iris pseudo-acorus</i>	0,033
<i>Lemna minor</i>	0,001
<i>Galium palustre</i>	0,043
<i>Typha angustifolia</i>	0,04
<i>Utricularia vulgaris</i>	0,027
<i>Lycopus europaeus</i>	0,018
<i>Leersia hexandra</i>	0,011
<i>Carex elata</i>	0,004
<i>Scirpus lacustris</i>	0,03
<i>Phragmites australis</i>	0,023
<i>Thelypteris palustris</i>	0,02
<i>Lythrum salicaria</i>	0,02
<i>Polygonum salicifolium</i>	0,018
<i>Potamogeton trichoides</i>	0,016
<i>Cladium mariscus</i>	0,012
<i>Typha latifolia</i>	0,002
<i>Nymphaea alba</i>	0,071

Selon la valeur de l'information mutuelle des espèces, il ressort que *Nymphaea alba*, est l'espèce la plus indicatrice pour la profondeur de l'eau ; elle montre une information mutuelle particulièrement élevée. Puis viennent, par ordre décroissant, *Galium palustre*, *Typha angustifolia*, *Ceratophyllum demersum* et *Iris pseudoacorus*. Ces espèces qui ont les informations mutuelles les plus élevées sont les plus sensibles à la profondeur et donc, considérées comme indicatrices de ce facteur.

Carex elata, *Typha latifolia* et *Lemna minor* montrent des informations mutuelles insignifiantes ; elles ont une valeur indicatrice très faible ; ces espèces sont, donc, considérées comme indifférentes à la profondeur.

Pour le facteur écologique profondeur, nous avons réunis les espèces ayant des profils corrigés semblables comme il en ressort dans le **tableau IX**.

Tableau IX: Groupes écologiques des espèces pour la profondeur.

Espèces	0-30cm	30-60 cm	60-90 cm	90-120 cm	>120 cm
<i>Ceratophyllum demersum</i>	0,557	1,521	1,42	1,182	1,044
<i>Iris pseudo-acorus</i>	0,772	3,104	1,087		
<i>Lemna minor</i>	1,05	1,91	0,89	0,555	0,391
<i>Typha angustifolia</i>			5,742		
<i>Galium palustre</i>			5,8		
<i>Utricularia vulgaris</i>	1,653		1,914		
<i>Lycopus europaeus</i>	0,609		2,892		1,261
<i>Leersia hexandra</i>	0,676	1,411	1,581	1,316	0,696
<i>Carex elata</i>	0,369	1,861	2,61	0,722	0,252
<i>Scirpus lacustris</i>	0,672	2,254	1,051	2,633	-
<i>Phragmites australis</i>	0,413	1,812	1,45	2,414	0,638
<i>Thelypteris palustris</i>	0,619	1,163	1,087	3,621	0,636
<i>Lythrum salicaria</i>	0,396	2,234	1,392	2,317	0,407
<i>Polygonum salicifolium</i>	0,413	1,551	0,964	3,625	0,848
<i>Potamogeton trichoides</i>	0,774	0,97	1,266	1,81	0,957
<i>Cladium mariscus</i>	0,495	0,617	1,74	2,897	1,017
<i>Typha latifolia</i>	0,27	0,686	0,638	3,219	2,271
<i>Nymphaea alba</i>	-	-	0,642	1,609	3,977

L'étude de ce tableau nous permet de distinguer quatre (04) grands groupes d'espèces indicatrices de profondeurs ; ce sont des groupes mono factoriels imbriqués en écailles.

A: Groupe écologique des espèces des moyennes profondeurs

Ce groupe est composé de deux hydrophytes franchement aquatiques, *Lemna minor* et *Ceratophyllum demersum* et d'une héliophyte ; *Iris pseudoacorus* (**figure 18**).

Les deux hydrophytes chevauchent toutes les classes de profondeurs; leur morphologie et leurs types biologiques leur permettent d'occuper les couches d'eau les plus profondes.

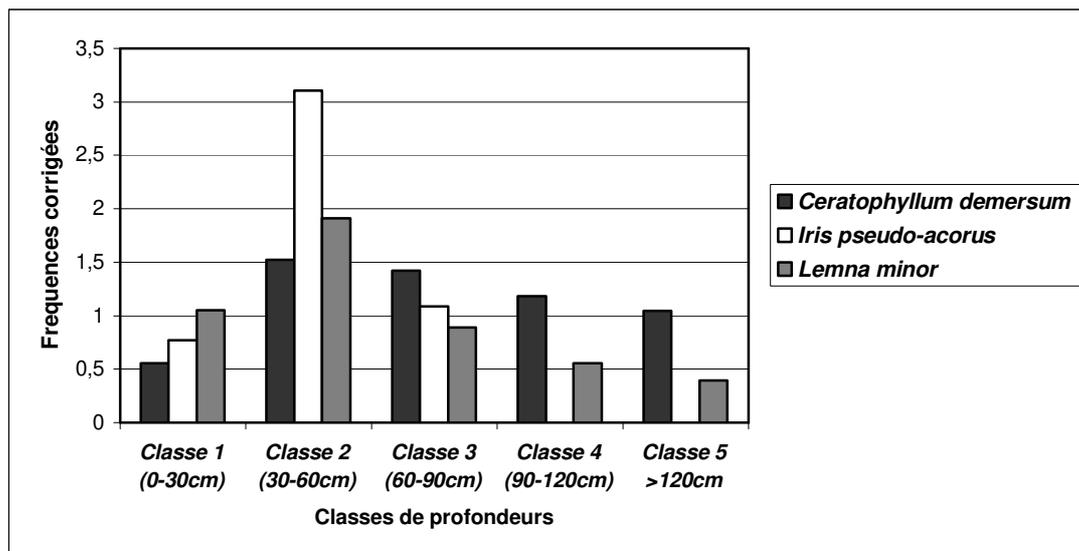


Figure 18: groupe d'espèces indicatrices des moyennes profondeurs.

Le *Ceratophyllum demersum* est une plante flottante qui préfère un pH compris entre 06 et 09 et une température comprise entre 10 et 30 °C ; elle apprécie les eaux à débit long voire stagnant (CORILLION, 1994). DE LANGHE (1983), précise que cette espèce fréquente les eaux eutrophes. Au niveau du lac Bleu, le *Ceratophyllum demersum* forme des colonies mono spécifiques au niveau des faibles et moyennes profondeurs et trouvent leur optimum de développement dans la classe des moyennes profondeurs (30-60 cm) avec une fréquence corrigée égale à 1, 521. La présence de cette espèce indique d'un état d'eutrophisation des eaux du lac.

Lemna minor préfère les pH acides à alcalins. Elle est cantonnée dans les eaux stagnantes douces ou faiblement saumâtres (DE LANGHE, 1983). Elle se développe dans des eaux moyennement riches en nitrate et peu profondes. Par ailleurs elle est fréquente dans les ceintures d'hélophytes (BAREAU, 1982). Au niveau de notre site, nous l'avons rencontré, surtout, dans les zones où s'installent les hélophytes. En effet, elle utilise ces hélophytes comme abris et trouve son optimum de développement dans la classe 2 (30-60 cm) avec une fréquence corrigée égale à 1, 960 ; *Lemna minor* est donc plus sensible aux moyennes profondeurs par rapport à *Ceratophyllum demersum*.

L'*Iris pseudoacorus* exploite trois classes de profondeurs à savoir la première, la deuxième et la troisième classe.

B : Groupe écologique des espèces de la classe des 60 – 90 cm de profondeur

Ce groupe est composé de 06 taxons. Il est dominé par les hélophytes (*Typha angustifolia*, *Galium palustre*, *Lycopus europaeus*, *Carex elata* et *Leersia hexandra*). *Utricularia vulgaris*, seule hydrophyte, vient enrichir ce groupe. Ces espèces présentent des fréquences corrigées maximales dans la classe

des 60 à 90 cm de profondeur, tout en exploitant différentes tranches de profondeur (**figure 19**).

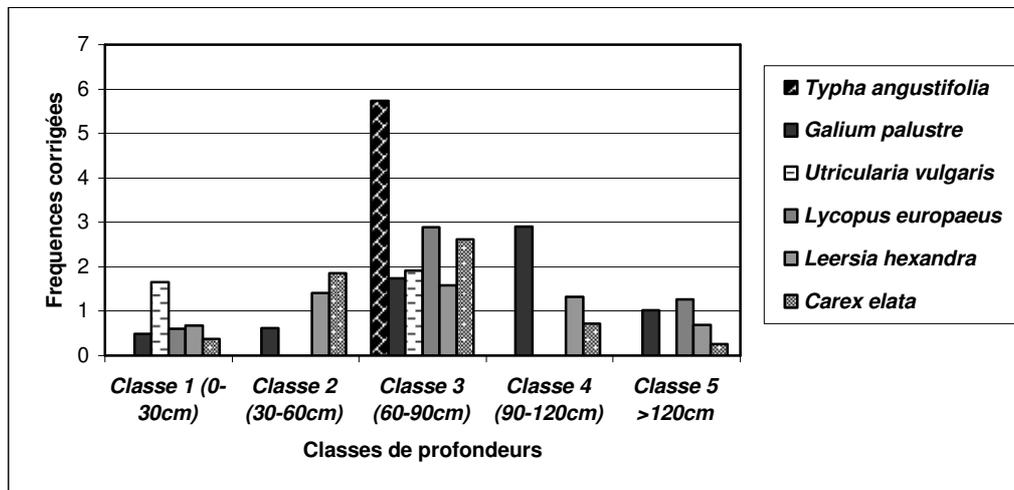


Figure 19: groupe d'espèces indicatrices de la classe des 60 – 90 cm de profondeur.

Au niveau du lac Bleu, *Typha angustifolia*, préfère les bords de l'eau, formant une ceinture de végétation précédant la Scirpaie qui s'aventure en eau plus profonde encore. Selon FELTZINES (1982), cette espèce préfère un pH alcalin.

La présence de *Lycopus europaeus* au niveau de la liste de la végétation du lac Bleu peut être considérée comme indicatrice du phénomène d'atterrissement.

C : Groupe écologique des espèces des fortes profondeurs (90 - 120 cm)

Ce groupe est composé de 08 espèces dont 06 sont des héliophytes (*Scirpus lacustris*, *Phragmites australis*, *Lythrum salicaria*, *Polygonum salicifolium*, *Cladium mariscus* et *Typha latifolia*) et une hydrophyte (*Potamogeton trichoides*) et une Hémicryptophyte (*Thelypteris palustris*).

A l'exception de *Scirpus lacustris* qui exploite les quatre premières classes de profondeur, les autres espèces chevauchent toutes les classes de profondeur en présentant des fréquences maximales dans la classe des fortes profondeurs (90 -120 cm) (**figure 20**).

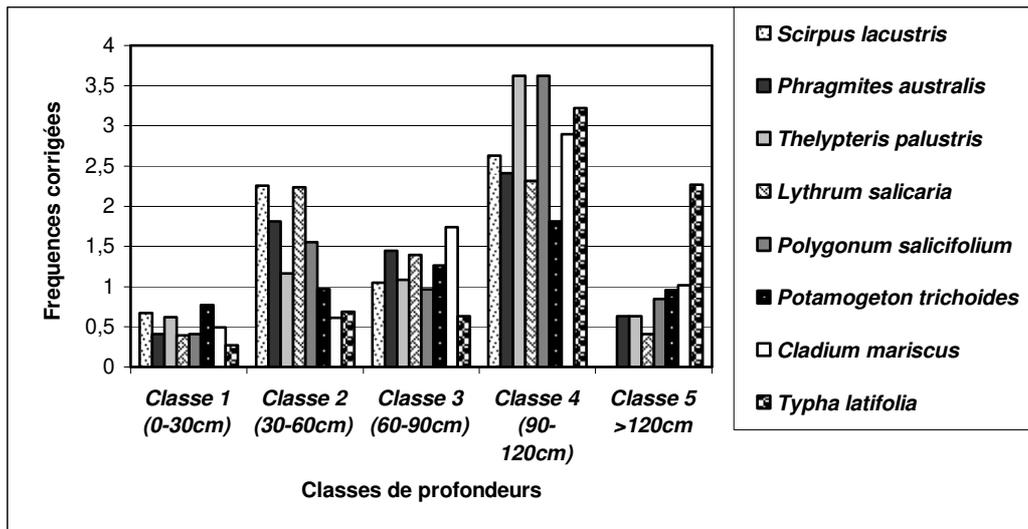


Figure 20: groupe d'espèces indicatrices des fortes profondeurs.

Scirpus lacustris, espèce des eaux profondes, forme le dernier rideau d'herbes aériennes vers le large après la Typhaie et la Phragmitaie. On le rencontre, également, au bord des rivières dans les zones sableuses et calmes (MONTEGUT, 1987) ; elle se développe, aussi, sur les bordures aquatiques dans les zones d'atterrissement en puissants peuplements (CORILLION, 1994). *Scirpus lacustris* peut atteindre des profondeurs maximales de 05 m (MESLEARD et PERENNOU, 1996). Il préfère un pH alcalin à acide (DE LANGHE et al, 1983). Au niveau du lac Bleu, *Scirpus lacustris* présente différents degrés d'abondance – dominance (de 1 à 5). Nous l'avons rencontré en mélange avec *Phragmites australis* dans certains relevés effectués au niveau des faibles profondeurs.

Phragmites australis trouve son optimum, selon (DAUDON, 1992), à une profondeur comprise entre 0,75 et 1,25 m. Quant à HASLAM (1969), il signale que cette espèce est douée d'une grande plasticité écologique, et requière un niveau d'eau optimal variant entre - 1 et + 2 m de profondeur.

Lythrum salicaria préfère un pH alcalin (DE LANGHE et al, 1983).

Au niveau de notre site, cette espèce s'installe surtout dans les zones de Scirpe ; d'ailleurs FELTZINES (1982) considère cette espèce comme une héliophyte qui s'implante mieux dans les parties dégradées de la Scirpaie.

D : Groupe écologique des espèces de très fortes profondeurs (> 120 cm)

Nymphaea alba est la seule plante qui exprime son optimum de développement dans la classe d'espèces de très fortes profondeurs (> 120 cm) où elle occupe le centre du lac Bleu, et forme un tapis vert bien développé. Flottant à la surface de l'eau et dotée de grandes fleurs blanches, cette espèce se trouve accompagnée de *Ceratophyllum demersum*. CHAIB (1992) affirme que le développement considérable du tapis de feuilles flottantes empêche l'installation d'autres plantes et seules quelques espèces très tolérantes au manque de la lumière comme les Ceratophylles ou l'Elodee peuvent former une strate infra aquatique.

Cette espèce est absente dans les classes des faibles et moyennes profondeurs (0-60 cm), et son développement n'excède pas les 2,90 m (**figure 21**).

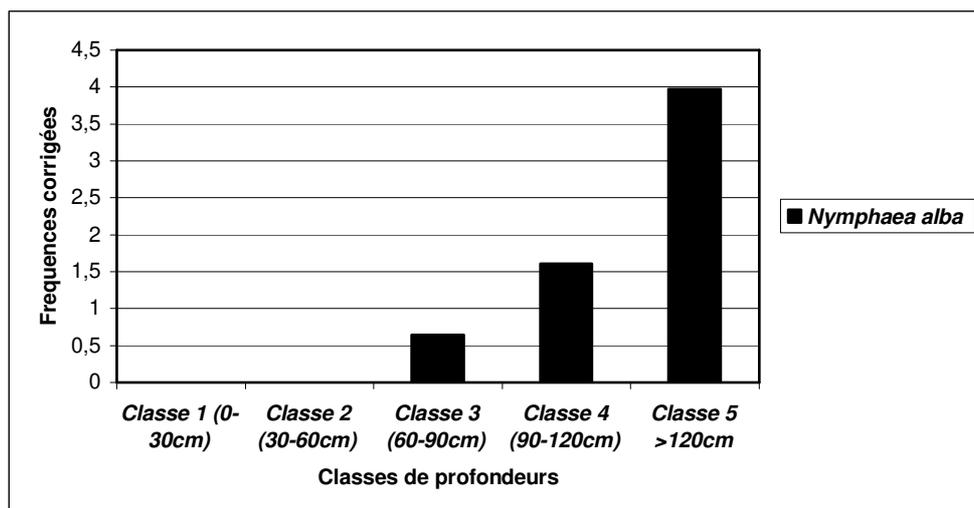


Figure 21 : groupe d'espèces indicatrices de très fortes profondeurs.

La présence de cette espèce dénote une situation d'eutrophisation, car selon DE LANGHE (1983), cette espèce fréquente les eaux calmes ou à courant faible, eutrophes à oligotrophes.

4.3.5. Etude comparative avec les autres sites de la région

L'étude phytoécologique portant sur la végétation aquatique du lac des Oiseaux (CHEROUANA, 1996) et celle du lac Tonga (KADID, 1999) ainsi que celle du lac Oubeira (MIRI, 1996), font ressortir comme espèces indicatrices du facteur profondeur, *Ranunculus aquatilis* pour le premier site, *Lemna minor* pour le deuxième site et *Potamogeton oblongus* pour le troisième site.

Les études réalisées au niveau de ces trois lacs ont adoptés les mêmes intervalles de classes de profondeurs que nous avons adoptés nous-mêmes pour notre étude afin d'établir les groupes écologiques ; ceci permet la comparaison des résultats pour les quatre lacs.

Nous pouvons retenir *Nymphaea alba*, *Typha angustifolia*, *Scirpus lacustris* et *Phragmites australis* espèces communes aux quatre sites étudiés et *Ceratophyllum demersum* pour trois lacs (le lac Oubeira, le lac Tonga et le lac Bleu). Ces espèces retenues ont des formations mutuelles élevées et présentent, ainsi, une valeur indicatrice importante pour la profondeur de l'eau. Le tableau ci-dessous montre les résultats obtenus pour ces deux espèces dans les différents sites étudiés.

Tableau X: Profils corrigés des espèces indicatrices de profondeurs communes aux lacs Bleu, Oubeira, Tonga et au lac des Oiseaux.

Pro (cm)	0-30				30-60				60-90				90-120				>120			
	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
I	0	0	0,59	0,37	0	0,19	1,99	0,80	0,64	0,52	1,01	0	1,60	1,10	1,16	0	3,97	1,46	0	0
II	0,55	0,37	0,56		1,52	0,91	1,13		1,42	0,74	1,13		1,18	0,96	1,37		1,04	1,27	0,65	
III	0	0,27	0,55	0,20	0	1,07	1,24	1,11	5,74	1,23	1,22	1,27	0	0,89	1,03	0	0	1,14	0,59	0
IV	0,67	0,82	0,74	0,81	2,25	1,06	1,15	1,62	1,05	1,29	1,08	1	2,63	1,30	1,43	0	0	0,51	0	0
V	0,41	0,18	0,27	0	1,81	0,48	0,71	2,23	1,45	0,86	1,48	0,39	2,41	1,34	2,37	0	0,63	0,90	0	0

Pro: profondeur **I:** *Nymphaea alba* **II:** *Ceratophyllum demersum* **III:** *Typha angustifolia* **IV:** *Scirpus lacustris*
V: *Phragmites australis* **a:**Lac Bleu **b:** Lac Tonga **c:** Lac Oubeira **d:** Lac des Oiseaux

L'information mutuelle pour chacune des espèces au niveau des différents lacs est la suivante:

- *Nymphaea alba*: 0,071 (a); 0,210 (b); 0,032 (c); 0,024(d).
- *Ceratophyllum demersum* : 0,037 (a); 0,101 (b); 0,012 (c).
- *Typha angustifolia* : 0,04 (a); 0,033 (b); 0,020 (c); 0,097 (d).
- *Scirpus lacustris* : 0,03 (a) ; 0,087 (b) ; 0,033 (c) ; 0,024 (d).
- *Phragmites australis* : 0,023(a) ; 0,052(b) ; 0,118(c) ; 0,083(d).

Le tableau X révèle que *Nymphaea alba* présente une forte valeur indicatrice pour le facteur profondeur au niveau des deux lacs Bleu et Tonga. Elle présente un développement maximal à des profondeurs allant au-delà de 120 cm.

Au contraire, au niveau des deux autres lacs, *Nymphaea alba* est faiblement indicatrice de la profondeur de l'eau. Dans le lac des Oiseaux cette espèce n'excède pas les 90 cm de profondeur, alors qu'au niveau du lac Oubeira, elle trouve son optimum de développement au niveau de la tranche de profondeur allant de 30 à 60 cm.

En général, les communautés à *Nymphaea alba* se développent à des profondeurs élevées variant entre 01 et 03 m ; au niveau du lac Bleu, cette espèce atteint 2, 90 m de profondeur où elle forme au centre du lac une très belle Nupharaie, bien développée à recouvrement très notable, occupant 1, 267 ha, représentant près de 43, 63% de la superficie globale du lac ; ce qui laisse supposer que cette espèce trouve au niveau du lac Bleu des conditions très favorables à son développement.

De plus *Nymphaea alba* est une espèce des eaux stagnantes à faible courant (CASPER et KRAUSCH, 1981). Ainsi l'espèce est rencontrée dans les eaux calmes, dormantes et, occasionnellement, dans des eaux qui coulent faiblement.

Elle tolère peu l'action des vagues et le mouvement des eaux. Dans les sites où les eaux sont exposées au vent, *Nymphaea alba* se restreint aux baies (HESLOP - HARRISSON, 1955). DE LANGHE et al (1983), considèrent cette espèce comme une hydrophyte qui supporte un climat tempéré plutôt chaud, légèrement basophile mais sans excès.

C'est probablement cette caractéristique écologique de l'espèce qui fait que *Nymphaea alba* est bien développée et atteint 2, 90 m de profondeur au niveau du lac Bleu où elle trouve des conditions de profondeurs favorables à son installation (la profondeur maximale du lac est de 3, 15 m). En plus de la présence d'une importante ceinture végétale installée tout autour du lac, notamment la roselière à *Typhas* et *Scirpes* dont les tiges hautes et denses freinent et

modèrent l'action des vents, ainsi que les dunes qui sont installées autour du lac et jouent le même rôle que la roselière. Ajoutant que le pH moyen des eaux du lac est de 6,52, mesuré lors de notre étude pratique sur le terrain; cette valeur semble favorable au développement de *Nymphaea alba*.

Au contraire, au niveau du lac Oubeira et du lac des Oiseaux, *Nymphaea alba* se confine aux faibles profondeurs car ces deux lacs présentent une forme circulaire ; ajoutons que la plus grande partie de leur superficie constitue un milieu ouvert dont la surface est exposée à l'action des vents qui peuvent être parfois très importants.

KADID, (1999), explique que l'absence de la végétation aquatique et plus particulièrement de *Nymphaea alba*, au large du lac des Oiseaux est probablement due aux conditions de turbidité élevée qui réduisent l'abondance de la végétation. Sachant que la forte turbidité a pour conséquence directe la réduction de la quantité de lumière qui pénètre dans les eaux et provoque, ainsi, la régression, si non la disparition des plantes submergées, ou en partie submergées, qui ne peuvent plus photosynthétiser en faveur des plantes émergentes (NIEMEIER et HUBERT, 1986 in KADID, 1999).

Enfin, le lac Bleu semble présenter des conditions de milieu très favorable au développement de *Nymphaea alba*.

En général le *Ceratophyllum demersum* se développe à des profondeurs variant entre 01 et 08 m, mais le niveau le plus favorable se trouve à 04 m (CORILLION, 1994).

Au niveau des trois lacs (Bleu, Tonga et Oubeira), le *Ceratophyllum demersum* chevauche les 5 classes de profondeur ; soit à une tranche de profondeur allant de 0 à > de 120 cm.

Au lac Tonga, cette espèce présente un développement maximal au niveau de la classe 5, soit à une profondeur > à 120 cm ; alors qu'au lac Oubeira cette plante trouve son optimum de développement au niveau de la classe 4 (90-120 cm) ; tandis qu'au niveau du lac Bleu, le *Ceratophyllum demersum* préfère la tranche de profondeur allant de 30 à 60 cm.

Nous constatons qu'au niveau du lac Bleu, le *Ceratophyllum demersum* se développe mieux en moyenne profondeur où *Nymphaea alba* est absente ; cette plante y forme, cependant, des touffes mono spécifiques denses ; au niveau des fortes profondeurs, par contre, *Nymphaea alba* est abondante et bien développée, le *Ceratophyllum demersum* est moins développé.

Au niveau du lac Oubeira, le *Ceratophyllum demersum* se développe mieux dans des profondeurs allant de 90 à 120 cm ; alors que *Nymphaea alba* y est absente.

Au contraire au niveau du lac Tonga, le *Ceratophyllum demersum* trouve son optimum de développement dans la classe des très fortes profondeurs accompagné de *Nymphaea alba* qui y trouve également son optimum de développement. Ceci dénote d'une bonne cohabitation entre ces deux espèces dans ce lac et plus précisément dans la classe des très fortes profondeurs.

Typha angustifolia présente une forte valeur indicatrice pour la profondeur au niveau du lac des Oiseaux, comparativement aux autres lacs.

Au niveau des deux lacs Tonga et Oubeira, *Typha angustifolia* chevauche les 5 classes de profondeur, soit une tranche d'eau allant de 0 à plus de 120 cm ; elle trouve son optimum de développement au niveau de la classe 3 (60-90 cm) au niveau du premier site et au niveau de la classe 2 (30-60 cm) au second site.

Par contre au niveau du lac Bleu cette espèce se contente d'une seule classe soit la troisième (60-90 cm), alors qu'au lac des Oiseaux, elle exploite trois classes, la première, la deuxième et la troisième classe (0-90 cm), et trouve son optimum de développement dans la classe 3 (60-90 cm).

En général, cette espèce préfère les bords de l'eau au niveau des quatre sites. Toutefois au niveau des deux lacs Tonga et Oubeira elle s'aventure en profondeur ; par contre elle se contente des bords où elle trouve son optimum de développement au niveau des deux autres lacs (Bleu et des Oiseaux).

Scirpus lacustris présente une forte valeur indicatrice pour la profondeur au niveau du lac Tonga. Au niveau des lacs Bleu, Tonga et Oubeira, elle présente un développement maximal à des profondeurs allant de 90 à 120 cm. Au niveau du lac des Oiseaux, cette espèce trouve son optimum de développement au niveau de la tranche d'eau allant de 30 à 60 cm.

D'après MONTEGUT (1987), *Scirpus lacustris* est une espèce des eaux profondes ; elle forme le dernier rideau d'herbes aériennes vers le large après la Typhaie et la Phragmitaie. Au niveau du lac Tonga, cette espèce atteint plus de 120 cm de profondeur où elle forme avec la Typha et le Phragmite un rideau d'hélophytes.

On rencontre également cette espèce au bord des rivières dans les zones sableuses calmes (MONTEGUT, 1987). Au niveau des lacs Bleu et Oubeira, cette espèce ne dépasse pas les 120 cm de profondeur, alors qu'au lac des Oiseaux elle n'excède pas les 90 cm. Cette espèce en mélange avec les autres hélophytes des sites étudiés, forme une ceinture de roselière au bord.

D'après BAREAU (1982), *Phragmites australis* est confiné aux bords des étangs où il s'installe comme en avant poste de *Scirpus lacustris* ; il peut, également, s'avancer loin des berges sur la surface de l'eau libre.

Au niveau des deux lacs Bleu et Tonga, cette espèce exploite les 5 classes de profondeur, soit une tranche d'eau allant de 0 à plus de 120 cm, ce qui explique sa grande plasticité écologique. Alors qu'au niveau des deux autres sites (l'Oubeira et le lac des Oiseaux), elle ne dépasse pas les 120 cm au premier et les 90 cm d'eau au niveau du second site.

L'eau est l'un des facteurs contrôlant la distribution de *Phragmites australis* qui trouve son optimum à une profondeur comprise entre 0,75 et 1,25 m (DAUDON, 1992).

Au niveau des trois lacs Bleu, Tonga et Oubeira, cette espèce trouve son développement maximal à une profondeur comprise entre 90 et 120 cm. Par contre au niveau du lac des Oiseaux, elle trouve son optimum de développement à une profondeur comprise entre 30 et 60 cm.

Conclusion

L'étude phyto-écologique de la végétation du lac Bleu nous a permis de :

- Mettre en évidence les variations de la répartition de la végétation aquatique au sein du lac Bleu en fonction de la profondeur de l'eau et de préciser que le plus grand pourcentage (44%) de la totalité des espèces retenues pour cette approche préfère la classe 4 (soit une profondeur qui varie entre 90 et 120 cm), contre (06%) seulement qui ont une préférence pour la classe 5 (soit une profondeur supérieure à 120 cm) ; ceci grâce à l'analyse des profils écologiques en fréquence relative.
- Mesurer la plasticité écologique de chaque espèce vis-à-vis des classes de profondeurs par le calcul de l'Amplitude d'Habitat (**AH**) et le Barycentre écologique (**G**), qui nous permet de regrouper les espèces en 03 grands groupes qui sont les espèces généralistes renfermant 66,66% des espèces étudiées, les spécialistes représentées par 16,66% et les intermédiaires avec 16,66% des espèces.
- Préciser grâce au calcul de l'information mutuelle pour chaque espèce que *Nymphaea alba* est considérée comme véritable indicatrice de profondeur dont l'information mutuelle est la plus élevée.
- Regrouper les espèces dont les exigences écologiques sont les plus semblables vis-à-vis des classes de profondeur et de déterminer ainsi les groupes écologiques et préciser l'écologie des espèces.
- Comparer le comportement vis-à-vis la profondeur de l'eau des espèces communes aux lacs Bleu, Tonga, Oubeira et au lac des Oiseaux.

4.4. L'approche numérique

4.4.1. L'analyse factorielle des correspondances

Le traitement numérique (AFC) des nos données requiert deux (02) étapes d'analyse distinctes et consécutives dont la première est une analyse globale et la seconde une analyse partielle.

4.4.1.1. L'analyse globale

Le traitement automatique des données relatives à la végétation du lac Bleu a porté sur une matrice de 93 relevés 38 espèces. Les espèces dont la présence totale est faible et qui étirent les nuages de points ont été éliminées, elles sont au nombre de 13, ce sont : *Alnus glutinosa*, *Anagallis arvensis*, *Erica arborea*, *Genista ulicina*, *Juniperus oxycedrus*, *Lavandula stoechas*, *Osmunda regalis*, *Pistacia lentiscus*, *Typha angustifolia*, *Utricularia vulgaris*, *Lythrum tribracteatum*, *Galium palustre* et *Nerium oleander*.

La matrice de données faisant l'objet de l'analyse globale est définie, donc, par 93 relevés et 25 espèces.

On procède à l'opération analytique par l'extraction des axes factoriels qui se base, principalement, sur les paramètres précédemment évoqués dans le chapitre III, c'est-à-dire les valeurs propres et les taux d'inertie des quatre (04) premiers axes factoriels où, uniquement, les axes présentant les valeurs les plus élevées seront retenus.

Le tableau XI représente les quatre premiers axes factoriels accompagnés de leurs valeurs propres et leurs taux d'inertie.

Tableau XI: valeurs propres et taux d'inertie des quatre premiers axes factoriels.

Axes	1	2	3	4
Valeurs propres	0,979	0,935	0,648	0,522
Taux d'inertie %	17,566	16,779	11,632	9,362

A la lecture du tableau XI, il apparaît clairement que les axes factoriels **1** et **2** présentent les taux d'inertie et les valeurs propres les plus élevées par rapport aux axes **3** et **4**. De ce fait seuls les axes **1** et **2** seront retenus lors de cette analyse car ils donnent le maximum d'information.

Par conséquent le plan factoriel qui sera pris en considération dans la projection des relevés sous forme d'un nuage de points est celui défini par les axes **1** et **2** totalisant dans leur ensemble le pourcentage d'inertie le plus significatif, de l'ordre de 34,345%.

L'examen du plan factoriel relatif aux axes **1** et **2** (**figure 22**) montre une nette différenciation de trois (03) ensembles de points relevés. La distribution spatiale de ces ensembles apparaît comme suit:

Ensemble 1 : les points relevés longent l'axe 1 où ils se décalent vers le quadrant (-1, +2) ; cet ensemble très compact et proche de l'origine renferme 69 relevés correspondant à un mélange de groupes de végétation aquatique composés d'hélophytes et d'hydrophytes. C'est un ensemble très homogène sur le plan floristique et écologique.

Ensemble 2 : les relevés de cet ensemble se détachent du reste des points-relevés où ils occupent une position extrême sur la carte factorielle dans l'extrémité du quadrant (+1, +2). C'est l'ensemble le plus pauvre en relevés (06 relevés), et représente le groupe d'espèces terrestres trouvées au niveau des dunes qui forment le groupement à *Quercus coccifera*.

Ensemble 3 : les 18 relevés de cet ensemble sont projetés dans le quadrant (-2, +1), où ils longent la partie négative de l'axe 2. Ces relevés représentent le groupe d'espèces de petites hélophytes qui composent la pelouse (groupement à *Paspalum distichum* et *Baldellia ranunculoides*).

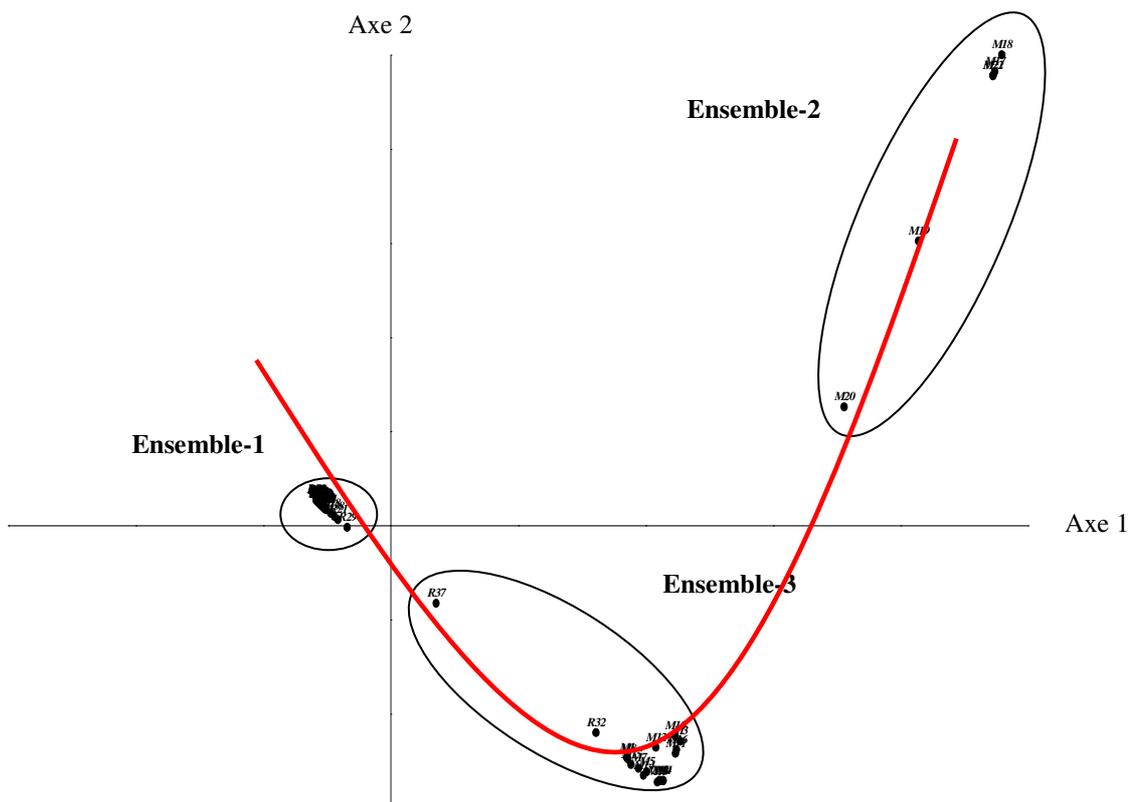


Figure 22 : analyse globale Carte factorielle des relevés (axe 1 et 2).

Interprétation des axes factoriels

L'organisation des relevés le long des axes considérés (l'axe 1 et l'axe 2) exprime l'existence de gradients écologiques.

La détermination de ces gradients écologiques, et par conséquent l'interprétation des axes factoriels 1 et 2 s'avère être une opération très délicate par le fait que, chaque axe factoriel représente selon BINET et al (1972) plusieurs facteurs en proportions variables.

Pour cela on tiendra compte, d'une part, de la nature des relevés (leurs emplacements sur le terrain) et d'autre part, des contributions relatives les plus importantes de ces relevés, sachant qu'elles mesurent la part d'information que chaque variable apporte à l'axe considéré (contribution absolue) et la part que l'axe fournit (contribution relative) pour expliquer chaque variable (FELZINES, 1997 in KADID, 1999). Il en ressort clairement que les fortes contributions sont les plus explicatives pour l'axe considéré et par conséquent contribuent à la détermination du gradient existant. On tiendra, également, compte de la proximité des points et plans principaux, ainsi que de l'écologie des espèces, notamment, celles présentant les contributions relatives les plus élevées, car elles permettent de déterminer le ou les gradients écologiques.

Axe factoriel 1

Les relevés et les espèces longeant la partie négative et la partie positive de l'axe 1 et présentant des valeurs de contributions relatives les plus élevées et les plus significatives sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau XII: Relevés et espèces à contributions relatives élevées pour l'axe 1

Coté positif de l'axe 1			Coté négatif de l'axe 1		
N° de relevé	CTR	Prof cm	N° de relevé	CTR	Prof cm
M6	107	... 0	R64	7	100
M5	104	0	R98	7	80
M13	97	0	R50	6	35
M7	96	0	R4	6	130
Espèces		CTR	Espèces		CTR
<i>Paspalum distichum</i>		741	<i>Ceratophyllum demersum</i>		44
<i>Lythrum junceum</i>		63	<i>Potamogetum trichoides</i>		29

CTR: Contributions totales relatives

Selon les données fournies par le tableau XII, les relevés projetés dans la partie positive de l'axe 1 et qui présentent les contributions relatives élevées indiquent les relevés de la pelouse réalisés à de très faibles profondeurs (ne dépassant pas 10 cm). En revanche, tous les relevés cantonnés dans la partie négative de cet axe expriment ceux de la zone aquatique c'est-à-dire, ceux du lac proprement dit, effectués à des profondeurs moyennes et fortes (35-130 cm).

Ce gradient écologique est nettement illustré sur la carte factorielle des relevés (**figure 22**). Cette carte oppose 02 ensembles de relevés exprimant des variations hydriques, ce sont les relevés des ensembles 03, situés dans le côté positif de l'axe 1, et les relevés de l'ensemble 01 cantonnés dans la partie négative du même axe.

Les espèces à contribution relative élevée positionnées dans la partie positive de l'axe 1, telles que *Paspalum distichum* et *Lythrum junceum* sont considérées comme étant des espèces de la pelouse. Quant aux espèces cantonnées dans la partie négative de cet axe, elles expriment des espèces strictement inféodées au milieu aquatique. Tout comme les relevés retenus précédemment, ces espèces indiquent la variation hydrique du milieu.

L'axe 1 exprime, donc, une partition nette entre la zone aquatique et la zone non aquatique, ce qui traduit une variation hydrique.

A partir de ce qui précède, nous pouvons considérer l'axe factoriel 1, comme un axe portant le facteur écologique profondeur de l'eau. La profondeur augmente de la partie positive vers la partie négative de cet axe.

Axe factoriel 2

Les contributions relatives les plus explicatives des relevés et des espèces participant dans l'interprétation écologique de l'axe -2 ressortent dans le tableau suivant.

Tableau XIII : relevés et espèces à contributions relatives élevées pour l'axe -2

Coté positif de l'axe 2		Coté négatif de l'axe 2	
N° de relevé	CTR	N° de relevé	CTR
M21	88	M10	5
M22	77	M11	2
M17	74	M12	2
Espèces	CTR	Espèces	CTR
<i>Quercus coccifera</i>	187	<i>Paspalum distichum</i>	24

CTR : Contributions totales relatives

La carte factorielle des relevés (**figure 22**) fournit une représentation particulièrement significative. Cette configuration globale, montre une distribution en fer à cheval, ce qui traduit la présence d'un double gradient au niveau de l'axe 2. Il s'agit de la profondeur de l'eau et de la matière organique.

Ces deux facteurs diminuent en allant de l'ensemble 01 qui représente la zone franchement aquatique c'est-à-dire le lac qui est très riche en matière organique et où le niveau d'eau est supérieur, en passant par l'ensemble 03 qui représente la zone inondable c'est-à-dire la pelouse qui est moins riche en matière organique, en arrivant vers l'ensemble 02 qui représente la zone sèche c'est-à-dire les dunes qui sont très pauvres en matière organique.

La lecture de ce tableau et l'examen de la carte factorielle des relevés (**figure 22**), nous permettent de déterminer les deux facteurs écologiques recherchés, la profondeur de l'eau et la matière organique.

En effet, cette carte met en évidence une nette opposition entre deux (02) ensembles dont l'ensemble 02 situé dans le côté positif de l'axe 1 qui correspond aux relevés effectués au niveau des dunes où le sol est sec et très pauvre en matière organique, et l'ensemble 03 cantonné dans la partie négative de l'axe 2 qui est composé des relevés effectués au niveau de la pelouse où le sol est inondé et plus riche en matière organique par rapport aux dunes.

L'étude de la carte factorielle relative aux espèces (**figure 23**), confirme l'existence de ces gradients le long de l'axe vertical. Les espèces ayant les valeurs de contribution relatives les plus élevées et qui se positionnent dans la partie positive de l'axe **2**, sont des phanérophytes telles que *Quercus coccifera* ; ce sont des espèces des dunes en équilibre avec les conditions du milieu ; alors que la partie négative de l'axe **2** renferme les petites hélrophytes, représentées par *Paspalum distichum* qui est une espèce de pelouse qui supporte le piétinement, ce sont, donc, des espèces de milieux pâturés où la dégradation est plus ou moins accentuée.

L'axe vertical (axe **2**) traduit, donc l'action conjuguée de deux gradients que sont la profondeur de l'eau et la richesse du sol en matière organique.

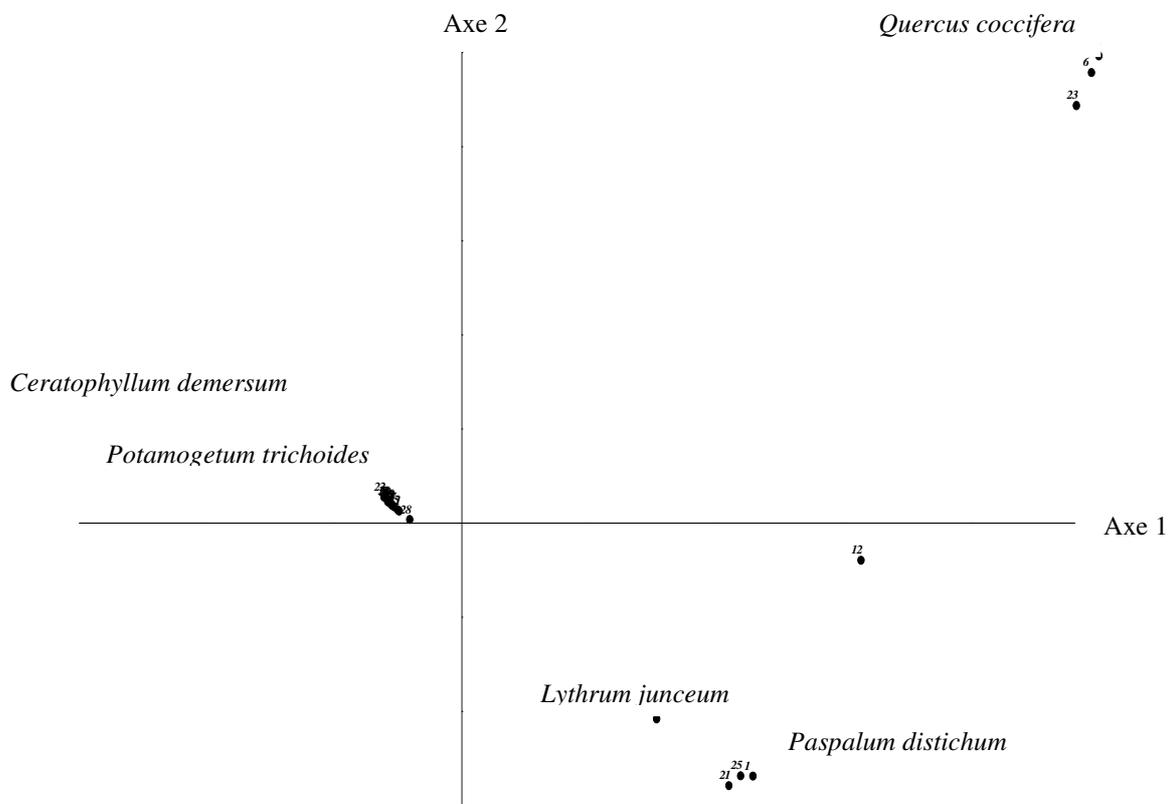


Figure 23 : analyse globale Carte factorielle des espèces (axe **1** et **2**).

4.4.1.2. L'analyse partielle

L'AFC globale s'est avérée une analyse incomplète, étant donné qu'elle n'a pas réussi à individualiser la totalité des ensembles de points relevés, notamment ceux composant l'ensemble **1**.

GUINOCHET (1973), signale que lorsque l'AFC s'applique à un nombre important de relevés de nature diverse, la seconde phase de traitement consiste en l'analyse partielle des ensembles regroupés près de l'origine, après élimination des groupes bien différenciés lors de la première analyse.

Dans notre cas, pour avoir plus d'information sur la nature de ensemble **1**, nous avons appliqué une analyse partielle à l'ensemble **1** composé de 69 relevés et de 17 espèces.

La carte factorielle partielle (**figure 24**) relative aux axes **1** et **2**, visualise un nuage de points relevés qu'on peut fragmenter en quatre (04) lots, répartis comme suit :

Lot I : Ce lot de points relevés est composé de 16 relevés, occupant le quadrant **(-1, +2)**. Il représente les relevés qui se trouvent au niveau de la Nechâa du lac Bleu, dominés par *Salix pedicellata*, *Lemna minor* et *Ceratophyllum demersum*.

Lot II : Les 18 relevés constituant ce lot de points relevés s'étalent vers la partie positif de l'axe horizontale (l'axe **1**), s'étirant légèrement à la partie négative de l'axe vertical (l'axe **2**). Ce lot symbolise le groupement à *Nymphaea alba*.

Lot III : Ce nuage de points relevés se positionne dans le quadrant négatif du plan factoriel, soit **(-1, -2)**, englobant 25 relevés phytosociologiques correspondant au groupement à *Phragmites australis* et *Thelypteris palustris*.

Lot IV : Composé de 10 relevés qui s'agglutinent au centre des axes tout en s'étirant légèrement le long de l'axe **2** vers le côté positif. Ils correspondent au groupement à *Ceratophyllum demersum* et *Potamogetum trichoides*.

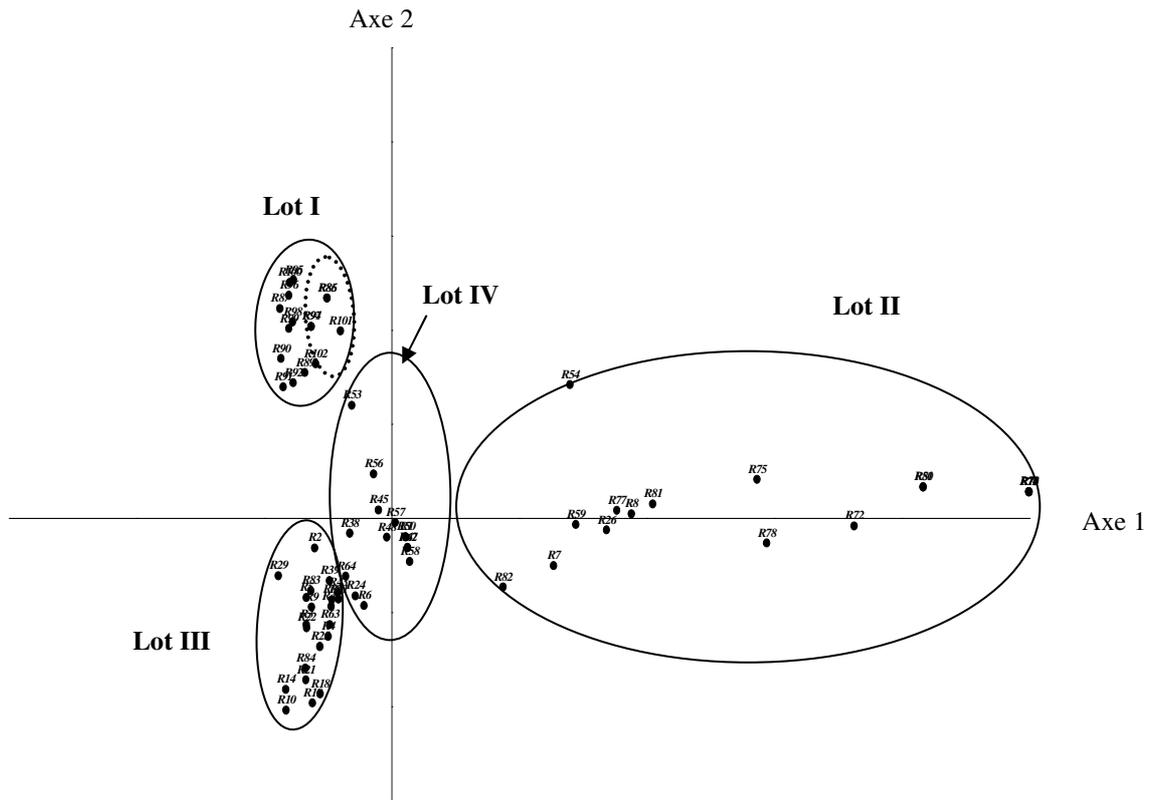


Figure 24 : analyse partielle- Carte factorielle des relevés (axe 1 et 2).

La carte factorielle des espèces (**figure 25**), met en évidence les principales espèces qui composent les ensembles des relevés définis par la figure précédente.

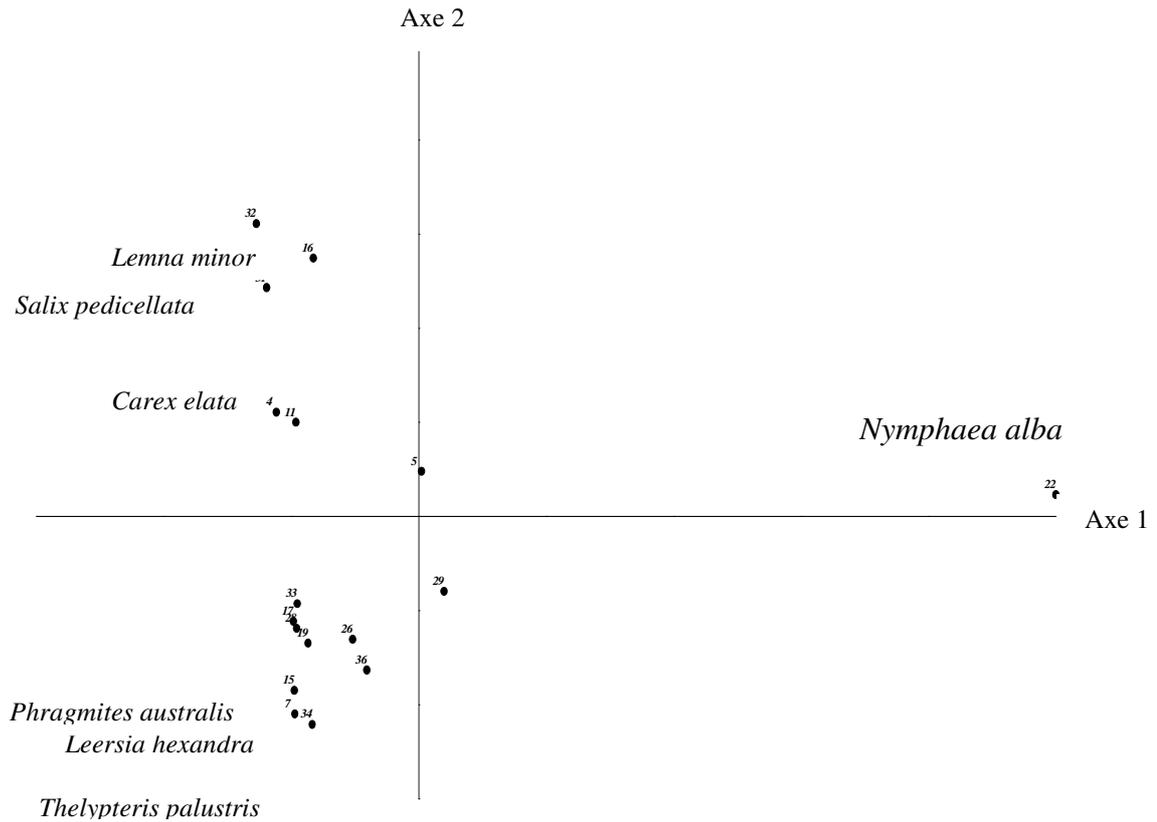


Figure 25 : analyse partielle- Carte factorielle des espèces (axe 1 et 2).

4.4.2. La C.A.H

Nous avons appliqué une C.A.H aux seuls relevés de l'analyse partielle. La CAH nous a permis d'individualiser quatre lots (**figure 26**) :

Lot I : représente les groupements de la Nechâ du lac Bleu, dominés par *Salix pedicellata*, *Lemna minor* et *Ceratophyllum demersum*.

Lot II : symbolise le groupement à *Nymphaea alba*.

Lot III : correspondant au groupement à *Phragmites australis* et *Thelypteris palustris*.

Lot IV : correspondant au groupement à *Ceratophyllum demersum* et *Potamogetum trichoides*.

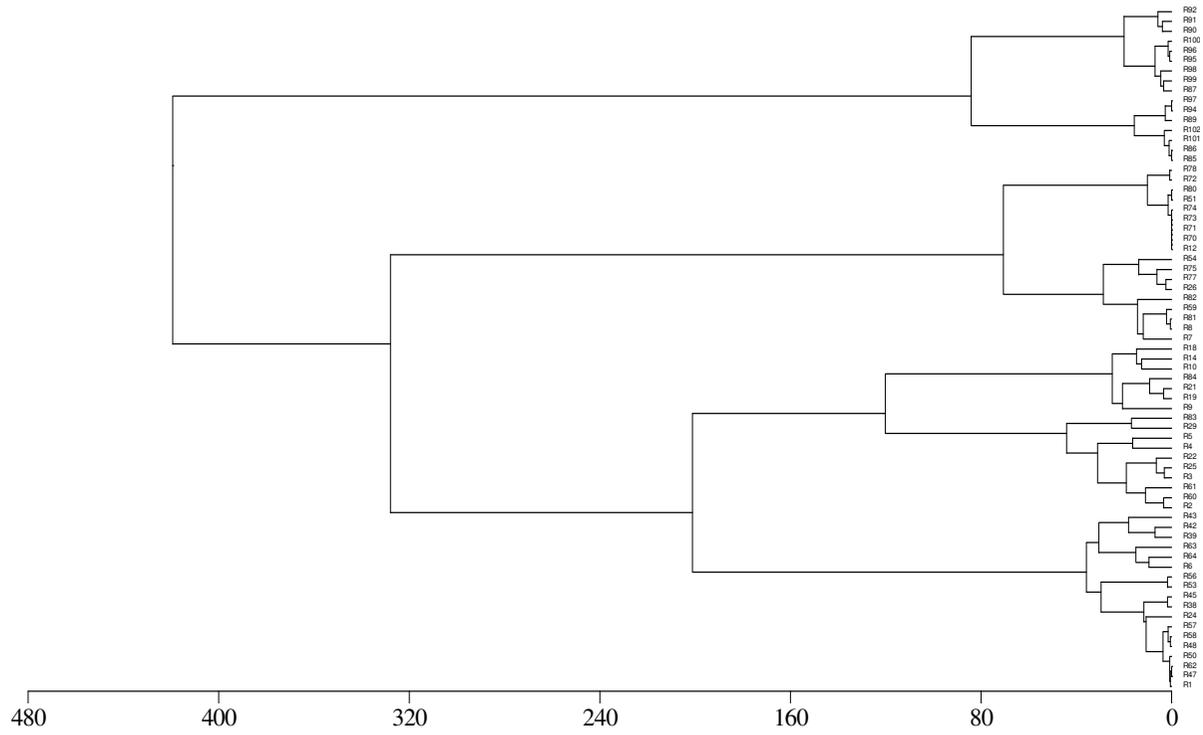


Figure 26 : la C.A.H partielle

Conclusion

L'ensemble des 06 lots individualisés par l'AFC et la C.A.H va être traité et décrit au chapitre prochain par l'approche phytosociologique.

L'analyse factorielle des correspondances (globale et partielle) a pu :

- Mettre en évidence deux (02) gradients écologiques conditionnant la distribution spatiale des communautés végétales caractérisant notre zone d'étude à s'avoir : la profondeur de l'eau et les caractéristiques du substrat relatives à la matière organique.

- Dégager sept (07) ensembles floristiques correspondant à sept (07) groupements végétaux, que nous décrirons ultérieurement par l'approche phytosociologique ; il s'agit des groupements à : *Lemna minor* et *Ceratophyllum demersum*, *Ceratophyllum demersum* et *Potamogetum trichoides*, *Ceratophyllum demersum* et *Nymphaea alba*, *Thelypteris palustris* et *Phragmites australis*, *Carex elata* et *Salix pedicellata*, *Paspalum distichum* et *Baldellia ranunculoides* et enfin le groupement à *Quercus coccifera*.

4.5. Etude phytosociologique

Après avoir décrit les groupes écologiques par la méthode phytoécologique et les ensembles relatifs aux groupements végétaux par l'AFC et la CAH, nous allons procéder à l'identification, la définition et la description écologique et phytosociologique des syntaxons rencontrés au lac Bleu.

Pour chaque groupement, nous abordons d'abord sa description, son écologie et sa répartition au sein de la zone d'étude ; ensuite nous donnons sa position syntaxonomique.

L'étude phytosociologique a mis en évidence un (01) groupement et six (06) associations trouvés au niveau de ce site, quatre d'entre elles sont nouvelles. Pour notre étude phytosociologique, nous adhérons à la classification de RIVAZ-MARTINEZ *et al.* (2002) sur les communautés des plantes vasculaires de l'Espagne et du Portugal. Le synsystème que proposent ces auteurs présente de meilleures concordances avec les groupements du lac Bleu que les autres synsystèmes du reste de l'Europe.

La systématique des groupements du lac Bleu se présente comme suit :

4.5.1. Les groupements de la classe des Potametea Klika in Klika et Novak 1941.

Cette classe regroupe les communautés des macrophytes aquatiques, enracinées et non enracinées des eaux douces et saumâtres riches en matière nutritive.

Les communautés végétales de cette classe sont généralement assez simples (une seule strate) et pauvres en espèces ; mais il est possible d'en rencontrer certaines beaucoup plus complexes et plus diversifiées (DUHAMEL *et al.*, 2007).

4.5.1.1. L'ordre des Potametalia Koch 26.

Cet ordre représente l'ensemble des groupements d'hydrophytes enracinées des eaux douces et saumâtres, courantes et stagnantes. Les espèces caractéristiques de cet ordre sont : *Callitriche palustris*, *Potamogeton coloratus*, *Potamogeton lucens*, *Potamogeton perfoliatus*, *Zannichellia palustris*.

4.5.1.1.1. Le Potamion (Koch 26) Libbert 1931

Les espèces qui composent les associations appartenant à cette alliance sont les élodéides des eaux douces qui sont des espèces dépourvues de feuilles flottantes et leur tige porte des feuilles submergées entières (DEN HARTOG et SEGAL, 1964). Parmi les espèces caractéristiques de cette alliance nous avons *Potamogeton trichoides*.

Les communautés de cette alliance sont plus ou moins pionnières des eaux calmes, stagnantes à faiblement courantes, moyennement profondes (0.5 à 4 m), mésotrophes à eutrophes (FELZINES *et al.*, 2006).

Espèces des Phragmito- Magnocaricetea											
<i>Iris pseudo-acorus</i>			2	3	2			1	2	II	
<i>Phragmites australis</i>					2	3		2	3	II	
<i>Lythrum salicaria</i>					3		1		2	2	II
<i>Carex elata</i>	1	1						1		2	II
<i>Typha latifolia</i>							3	3		3	I
<i>Scirpus lacustris</i>				1				1	2		I
<i>Polygonum salicifolium</i>						1	+			1	I
<i>Cladium mariscus</i>							1			1	I
Autres espèces											
<i>Leersia hexandra</i>	1			1	3			2			II
<i>Thelypteris palustris</i>	3	+					1				I
<i>Salix pedicellata</i>							2		1		I
<i>Lythrum junceum</i>					+						I

Description du groupement

Les espèces caractéristiques du groupement sont *Potamogeton trichoides*, *Ceratophyllum demersum* et *Lemna minor*. Ensembles, elles forment de larges plages verdâtres constituées de peuplements denses de macrophytes submergées.

La combinaison de ces trois espèces réunies ensemble n'a jamais été décrite par les différents auteurs ayant travaillé sur les communautés végétales aquatiques (**figure 27**).



Figure 27 : Le *Ceratophyllo demersi* - *Potametum trichoidis* *ass. nov.*

Dans cette association, nous observons deux (02) sous associations, la typicum pauvre en espèces ; elle est composée de *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton trichoides* et *Lemna minor*, espèces caractéristiques de la sous association et d'*Utricularia vulgaris* caractéristique des Potametea. La présence dans cette sous association typicum d'hydrophytes strictes dénote de sa bonne stabilité.

La deuxième sous association est caractérisée uniquement par l'absence de *Lemna minor*. Les transgressives des Phragmito-Magnocaricetea viennent enrichir ce groupement telles que *Iris pseudoacorus*, *Phragmites australis*, *Carex elata* et *Scirpus lacustris*. Ces espèces font de la sous association un groupement indiquant l'atterrissement du milieu.

D'autres espèces contribuent à l'enrichissement de ce groupement, notamment *Leersia hexandra*, espèce considérée comme rare (QUEZEL et SANTA, 1963) et *Salix pedicellata*.

Répartition et écologie

Le Ceratophyllo demersi-Potametum trichoidis présente une large amplitude écologique vis-à-vis de la profondeur (10 à 100 cm), et un recouvrement général qualifié de moyen à très élevé (40% à 100%) ; mais il atteint souvent le maximum.

Potamogeton trichoides est décrit par CORILLION (1994) comme étant une hydrophyte submergée des eaux stagnantes peu profondes, alcalines plus ou moins mésotrophes, limpides, sur limons sablonneux et vases tourbeuses.

Ceratophyllum demersum est une hydrophyte subcosmopolite, affinant les eaux stagnantes ou faiblement courantes et eutrophes (DE LANGHE et al, 1983).

Dans le lac Bleu, cette association se confine au niveau des rives Sud-Est et Sud-Ouest. Dans cette partie du lac, les conditions écologiques semblent différentes de celles du reste du lac. En effet, à cet endroit la profondeur est moins élevée et le milieu plus ouvert et dégagé par rapport à la rive Nord où s'installe la roselière.

Position syntaxonomique

Au lac Bleu, le Ceratophyllo demersi-Potametum trichoidis est caractérisé par la combinaison dominante de trois espèces *Potamogeton trichoides* caractéristique du Potamion, *Ceratophyllum demersum*, caractéristique du Ceratophyllion demersi rattaché à la classe des Potametea, et *Lemna minor* caractéristique des Lemnetea.

Outre les formations à *Ceratophyllum demersum* et *Lemna minor*, plusieurs groupements à *Potamogeton trichoides* ont été décrits, nous citons :

- une association à *Potamogeton obtusifolius* et *Potamogeton trichoides* est décrite (BAREAU, 1982) dont les relevés sont proches du Potametum trichoidis Freitag et al, et du Potametum obtusifolii, Carst, 1954. Dans notre cas *Potamogeton obtusifolius* est absent au niveau du site d'étude, donc, au niveau du groupement également.
- Un groupement à *Potamogeton trichoides* est assimilé au Potametum trichoidis Freitag, Markus et Schwi ppl 1958, redéfini par R. Tüxen en 1965.
- Enfin KADID (1989 et 1999) décrit pour la première fois, au niveau du lac Tonga, un Potametum trichoidis Freitag, Markus et Schwi ppl 1958. Cet auteur rattache cette association au Potamion Koch 1926 em. Oberdorfer 1957 de la classe des Potametea.

Nous constatons qu'aucun de ces groupements ne présente la combinaison dominante de *Potamogeton trichoides*, *Ceratophyllum demersum* et *Lemna minor*.

De ce fait, elle correspond à une nouvelle association à part, que nous rattachons au Potamion qui appartient à la classe des Potametea. La présence dans ce groupement de *Potamogeton trichoides*, *Ceratophyllum demersum* et *Utricularia vulgaris* espèces des Potametea nous conforte dans notre choix.

4.5.1.1.2. Le Nymphaeion albae Oberdorfer 1957

Cette alliance comporte les associations dominées par les Nymphéides, dont les feuilles longuement pétiolées sont flottantes. Les espèces caractéristiques de cette alliance sont : *Myriophyllum verticillatum*, *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*, *Polygonum amphibium*, *Potamogeton natans*, *Trapa natans*.

Ce sont des associations climaciques des eaux calmes moyennement profondes (JULVE, 1993), mésotrophes à eutrophes (FELZINES et *al.* 2006).

Cette alliance est représentée par le **lot II** identifié lors de l'AFC partielle qui renferme un seul groupement à *Nymphaea alba* et *Ceratophyllum demersum*.

❖ Le *Ceratophyllo demersi* – *Nymphaeetum albae* Kadid ,Thebaud, Petel & Abdelkrim,2007 (Tableau XV)

Ce groupement correspond au lot II identifié par l'AFC partielle et la C.A.H.

Tableau XV : Le *Ceratophyllo demersi* - *Nymphaeetum albae* Kadid et al., 2007

N° du relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
N° du relevé sur le terrain	R74	R71	R70	R12	R80	R51	R75	R54	R26	R77	R59	R81	R8	R7	R78	R72	R73	
Date	12/07/2006	12/07/2006	12/07/2006	09/07/2006	12/07/2006	08/07/2006	12/07/2006	07/07/2006	09/07/2006	12/07/2006	07/07/2006	12/07/2006	09/07/2006	09/07/2006	12/07/2006	12/07/2006	12/07/2006	
Recouvrement général (%)	100	100	100	100	100	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Profondeur (cm)	290	127	267	140	215	150	270	110	140	150	90	176	170	150	210	84	250	
Surface du relevé (m ²)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Nombre d'espèces / relevé	1	1	1	1	2	2	2	3	3	5	3	3	3	4	2	2	2	CP
Caractéristiques d'association																		
<i>Nymphaea alba</i>	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	3	4	4	4	4	5	5	V
<i>Ceratophyllum demersum</i>					1	1	3	4	4	2	4	4	4	4				IV
Espèces des Potametea																		
<i>Potamogeton trichoides</i>										+	4	2	3	3	3	2	+	II
Espèces des Lemnetea																		
<i>Lemna minor</i>								4		1								I
Espèces des Phragmito-Magnocaricetea																		
<i>Phragmites australis</i>									3	3								I
<i>Typha latifolia</i>														4				I

Description du groupement

Le groupement à *Nymphaea alba* et *Ceratophyllum demersum* forme des peuplements denses. Les deux espèces qui le caractérisent présentent une abondance élevée et une forte présence, offrant un recouvrement maximal de 100%.

Dans la zone étudiée, le groupement offre un aspect particulier au lac. *Nymphaea alba* à feuilles flottantes couvre entièrement le *Ceratophyllum demersum* totalement submergé qui occupe la strate infra-aquatique (**figure 28**).

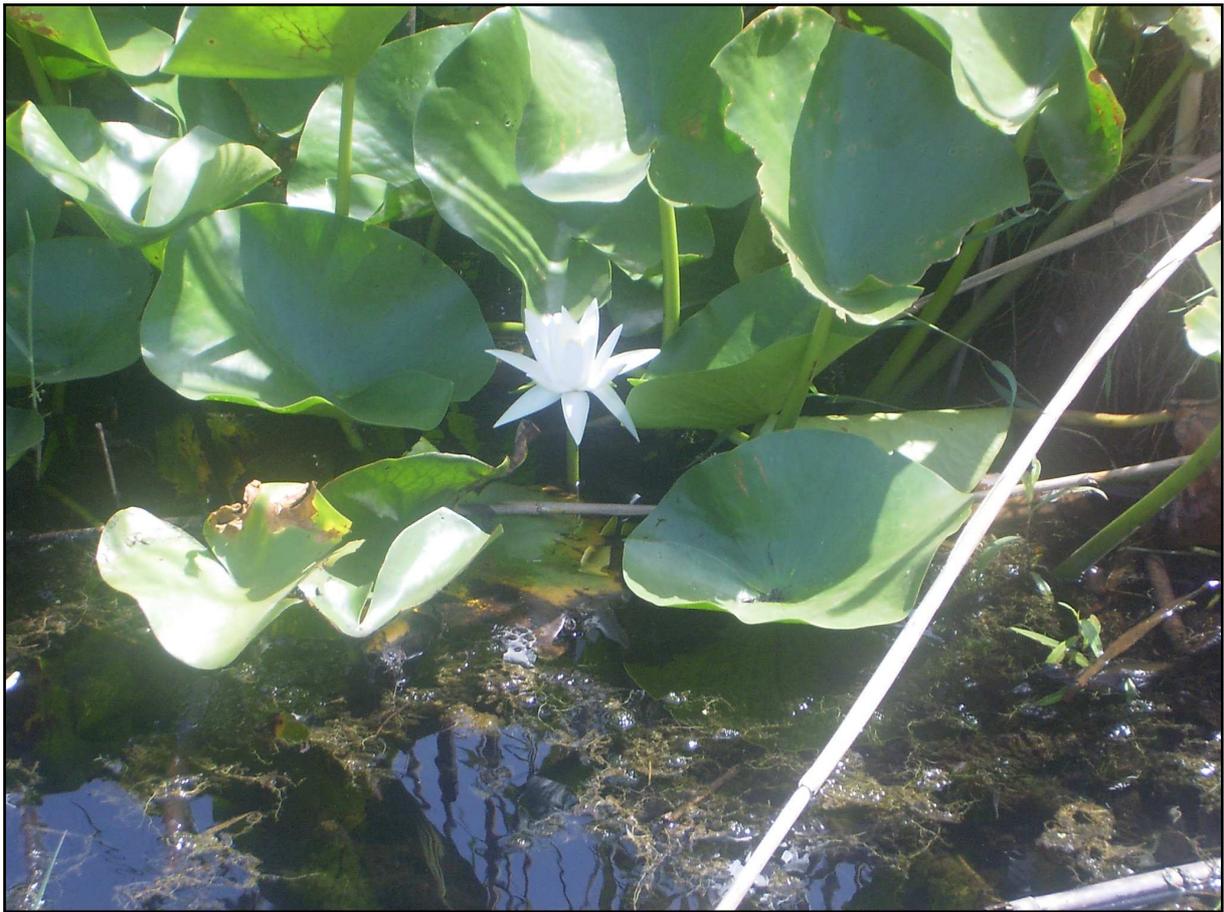


Figure 28 : Le Ceratophyllo demersi - Nymphaeetum albae Kadid ., Thebaud., Petel & Abdelkrim, 2007

Ce groupement présente une faible richesse floristique, composée de 06 espèces à raison de 03 espèces par relevé. Le Ceratophyllo demersi-Nymphaeetum albae englobe une caractéristique des Potametea à savoir *Potamogeton trichoides*, des transgressives des Phragmito-Magnocaricetea qui sont *Phragmites australis* et *Typha latifolia*. Ceci prouve que cette association est en contact étroit avec les autres groupements des Potametea et des Phragmito-Magnocaricetea comme constaté par KADID (1999) au niveau du lac Tonga. Les espèces des Lemnetea sont présentes aussi et sont représentées par *Lemna minor*.

Répartition et écologie

Grâce aux mesures des différents paramètres effectuées au niveau du lac Bleu et plus particulièrement au niveau des relevés qui composent cette association, nous concluons que le Ceratophyllo – Nymphaetum albae est une association estivale qui occupe la zone centrale du lac et parfois se présente comme des touffes à l'intérieur de la roselière dans des eaux faiblement acides (pH varie de 6,28 à 6,64), eutrophes, moyennement minéralisées (249,33 $\mu\text{S}/\text{cm}$), profondes (de 84 à 290 cm), et à des températures variant de 25,7 à 29°C.

Ceratophyllum demersum et *Nymphaea alba*, les deux espèces caractéristiques du groupement, sont des hydrophytes des eaux stagnantes ou à courant faible et eutrophes (CORILLON, 1994 ; DE LANGHE et al, 1983).

Position syntaxonomique

Ce groupement est décrit pour la première fois au niveau du lac Tonga par KADID (1989). Il est élevé au rang d'association par ce même auteur en 1999, proposant la dénomination suivante: Nymphaeo-Ceratophylletum demersii. Cette même association est décrite, aussi, par MOKRANE (1999) au niveau du même site, sous le même nom.

KADID (1999) signale que ce groupement s'observe également au sein du lac Oubeira, site voisin du lac Tonga où il montre les mêmes caractéristiques.

La dénomination définitive du syntaxon est proposée par KADID et al. (2007) où il prend le nom de Ceratophyllo demersi – Nymphaetum albae.

D'après KADID (1999), le Ceratophyllo-Nymphaetum albae occupe la majeure partie du lac Tonga, dans sa zone centrale, à des profondeurs allant de 80 à 165 cm, sur substrat vaseux épais, dans des eaux neutres, très eutrophes et profondes.

Cependant, nous signalons que ce groupement décrit au lac Tonga par KADID (1999) est plus riche en espèces de la classe des Phragmito-Magnocaricetea par rapport à celui du lac Bleu, ce qui signifie que dans le premier site, ce groupement est plus atterri. La présence réduite d'espèces des Phragmito-Magnocaricetea dans notre groupement est due au fait que ce dernier s'installe dans les très fortes profondeurs (de 84 à 290 cm).

Le groupement décrit pour le lac Bleu se rapproche sur le plan écologique et floristique de celui décrit au lac Tonga par KADID et al. (2007). De ce fait, nous adoptons la classification de ces auteurs et nous rattachons le Ceratophyllo demersi-Nymphaetum albae au Nymphaeion appartenant à la classe des Potametea, dont les espèces caractéristiques sont présentes dans ce groupement.

4.5.1.2. Utricularietalia Den Hartog et Segal 1964

Cet ordre regroupe les communautés de macrophytes des eaux douces composées d'hydrophytes non enracinés des eaux riches en matières nutritives.

4.5.1.2.1. Ceratophyllion demersi Den Hartog et Segal 1964 ex Passarge 1996

Réunissant les cératophyllides ou plantes submergées dont les feuilles sont finement découpées, cette alliance est caractérisée par *Ceratophyllum demersum* et *Ceratophyllum submersum*.

❖ Lemno minoris - Ceratophylletum demersi *ass. nov* (tableau XVI)

Cette association correspond au **lot I** identifiée précédemment lors de l'AFC partielle des données.

Tableau XVI : Le Lemno minoris - Ceratophylletum demersi *ass. nov*.

N° du relevé	1	2	3	4	5	6	7	
N° du relevé sur le terrain	R97	R94	R89	R102	R101	R86	R85	
Date	13/07/2006	13/07/2006	13/07/2006	13/07/2006	13/07/2006	13/07/2006	13/07/2006	
Recouvrement général (%)	100	100	70	100	100	100	100	
Profondeur (cm)	10	20	10	90	60	25	10	
Surface du relevé (m ²)	10	10	10	10	10	10	10	
Nombre d'espèces / relevé	3	3	4	3	2	2	2	CP
Caractéristiques d'association								
<i>Ceratophyllum demersum</i>	3	3	3	3	4	3	3	V
<i>Lemna minor</i>	5	5	5	5	4	5	5	V
Espèces des Phragmito-Magnocaricetea								
<i>Iris pseudoacorus</i>	3	3	3					III
<i>Scirpus lacustris</i>			2	2				II

Description du groupement

Cette association constitue dans la zone d'étude (plus précisément au niveau de la Nechâa du lac Bleu) un peuplement très dense avec un recouvrement rarement inférieur à 100% et une abondance élevée (**figure 29**).

Dans la Nechâa du lac Bleu, cette association est caractérisée par la combinaison de *Ceratophyllum demersum* caractéristique de Ceratophyllion de la classe des Potametea et *Lemna minor* caractéristique des Lemnetea ; ces deux espèces présentent une forte présence (V) et une abondance très importante (3 à 5).

Lemna minor, petite lentille d'eau, flottant entre deux eaux, fréquente les eaux stagnantes, douces ou faiblement saumâtres (DE LANGHE et al, 1983), et les eaux peu profondes.

Floristiquement, le Lemno Ceratophylletum est très pauvre, il est composé de quatre (04) espèces avec une moyenne de l'ordre de trois (03) espèces par relevé.



Figure 29 : Le Lemno minoris - Ceratophylletum demersi *ass. nov*

Le **tableau XVI** montre le cortège floristique de cette association qui est composée par les transgressives des Phragmito-Magnocaricetea. Ces transgressives sont représentées par *Scirpus lacustris*, espèce indicatrice d'atterrissement et *Iris pseudoacorus*, avec une présence importante (CP: III) et une abondance égale à 3.

Répartition et écologie

Le *Lemno Ceratophylletum* a été trouvé au niveau de la Nechâa de lac Bleu qui se trouve à 150 m au Nord du lac au niveau duquel ce groupement est absent. L'association se développe à des profondeurs allant de 10 à 90 cm.

Cette association s'installe, principalement, au niveau de la petite quantité d'eau libre de la Nechâa, dégagée des espèces de la classe des Phragmito-Magnocaricetea et de celles des Salici purpureae-Populetea nigrae. Elle occupe aussi les espaces laissés libres par la formation d'hélophyte et de phanérophyte dominé par *Carex elata* et *Salix pedicellata*.

Position syntaxonomique

Au niveau du site d'étude *Ceratophyllum demersum* est toujours accompagné de *Lemna minor*.

Plusieurs associations végétales ayant pour espèce caractéristique *Ceratophyllum demersum* ou *Lemna minor* ont été décrites, nous citons :

En 1964, DEN HARTOG et SEGAL parlent d'un Ceratophylletum demersii et définissent une classe des Ceratophylletea avec un seul ordre, le Ceratophylletalia et une seule alliance, le Ceratophyllion.

Un Ceratophylletum demersi Hild et Rehnelt 1965 est rattaché au Ceratophyllion demersi Den Hartog et Segal ex Passarge 1996 des Potametea Klika in Klika et Novak 1941.

En 1978, MERIAUX décrit en France un groupement à *Ceratophyllum demersum* et *Hydrocharis morsus – ranae* dont les caractéristiques sont la combinaison de ces deux espèces. *Hydrocharis morsus– ranae* est absente au niveau du site d'étude, donc, de notre association également.

KADID (1989) se rallie à MERIAUX (1978) pour classer le groupement à *Ceratophyllum demersum* du lac Tonga dans le Nymphaeion Oberdorfer, 1957 parce qu'il possède, selon cet auteur, des liens évidents avec le Myriophyllo – Nupharetum et des espèces caractérisant le Nymphaeion qui sont présentes au niveau du groupement classé par KADID (1989), particulièrement, *Nymphaea alba* et *Myriophyllum spicatum* qui offrent des faciès nets.

Nymphaea alba et *Myriophyllum spicatum* sont absentes au niveau de la Nechâa du lac Bleu, et dans notre groupement. De ce fait nous ne disposons pas d'espèces caractéristiques du Nymphaeion dans notre groupement.

FELZINES (1982) rapporte un Ceratophylletum demersii Hild 56 dans le Potamion.

Pour notre cas, l'on note l'absence dans notre groupement d'espèces caractéristiques du Potamion.

Par ailleurs, des groupements à *Lemna minor* ont été décrits, nous citons : *Lemno minoris-Salvinietum natantis* (Slavnic 1956) Korneck 1959 ; *Lemno-Azolletum filiculoidis* Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952 ; *Lemno-Spirodeletum polyrhizae* Koch 1954 et *Lemnetum minoris* Oberdorfer ex Müller & Görs 1960, sont rattachées par RIVAS-MARTINEZ et al (2001) au Lemnion minoris Tüxen ex O. Bolòs & Masclans 1955 de la classe des Lemneta Tüxen ex O. Bolòs & Masclans 1955.

Dans notre groupement, on note l'absence de *Salvinia natans*, *Azolla filiculoides* et *Spirodela polyrhiza*, et l'absence, également, d'espèces caractéristiques de Lemnion minoris. *Lemno minoris-Hydrocharitetum morsus-ranae* Passarge 1978 est rattaché par RIVAS-MARTINEZ et al (2001) au Lemno minoris-Hydrocharition morsus-ranae Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999 de la classe des Lemnetae Tüxen ex O. Bolòs et Masclans 1955.

Dans notre site nous n'avons pas noté la présence de *Hydrocharis morsus-ranae*, caractéristique de Lemno minoris-Hydrocharition morsus-ranae.

De ce qui précède, nous concluons que le Lemno Ceratophylletum n'a pas été décrit auparavant. Dans la Nechâa du lac Bleu, cette association est caractérisée par la combinaison de *Ceratophyllum demersum* caractéristique de Ceratophyllion de la classe des Potametea et *Lemna minor* caractéristique des Lemnetae ; ces deux espèces présentent une forte présence (Cp: V) et une abondance très importante (3 à 5).

De ce fait et parce que nous ne disposons pas dans notre groupement des espèces caractéristiques des différentes alliances de la classe des Lemnetae ou celles des Nymphaeion albae ou du Potamion de la classe des Potametea, nous rattachons cette association au Ceratophyllion dont l'espèce caractéristique (*Ceratophyllum demersum*) est présente.

4.5.2. Les groupements de la classe des Phragmito-Magnocaricetea Klika in Klika et Novak 1941.

Cette classe regroupe les communautés d'hélophytes des marais, marécages, lacs et cours d'eau, dominées par les Graminoides pérennes, les Carex et les herbes vivaces des eaux douces et saumâtres. Cette classe est caractérisée par *Alisma plantago-aquatica*, *Butomus umbellatus*, *Carex pseudocyperus*, *Glyceria fluitans*, *Lycopus europaeus*, *Phragmites australis*, *Lythrum salicaria* et *Rorippa amphibia*.

Ces communautés se développent sur sol mésotrophe à eutrophe, parfois tourbeux (FELZINES, 2006).

4.5.2.1. Phragmitetalia Koch 1926

Cet ordre regroupe les communautés des grandes graminoides des eaux douces. Nous retenons comme espèces caractéristiques *Iris pseudacorus*, *Mentha aquatica*, *Schoenoplectus lacustris*, *Schoenoplectus tabernaemontani*, *Typha domingensis*.

Cet ordre regroupe les communautés à inondation régulière et prolongée, sur sol minéral eutrophe à éléments grossiers, souvent à matrice vaseuse (FELZINES, 2006).

4.5.2.1.1. Phragmition australis Koch 1926 nom.mut.

Cette alliance rassemble les associations et groupements de grandes graminoides fragiles aux périodes de drainage *Typha angustifolia* et *Typha latifolia* sont retenues comme espèces caractéristiques de l'alliance.

Cette alliance rassemble les associations et groupements de grandes héliophytes qui se développent dans les fonds de vallées, en marges des rivières ou plus souvent en marge de plan d'eau, à des profondeurs variables (CHAIB, 1992). Le Phragmition est formé d'associations plutôt climaciques des zones à nappe d'eau stable ; ces formations préfèrent des sols fins et riches où les rhizomes peuvent se propager (CHAIB, 1992).

Cette alliance est représentée par une seule association dans le lac Bleu, il s'agit du groupement à *Phragmites australis* et *Thelypteris palustris*.

❖ **Thelypterido palustris -Phragmitetum australis kuiper 1957 (tableau XVII)**

L'association à *Thelypteris palustris* et *Phragmites australis* correspond au **lot III** individualisé lors de l'AFC partielle (**figure 24**).

Tableau XVII : Le *Thelypterido palustris Phragmitetum australis* Kuiper 1957.

N° du relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
N° du relevé sur le terrain	R14	R10	R18	R84	R21	R19	R9	R82	R4	R22	R25	R3	R60	R83	R61	
Date	09/07/2006	09/07/2006	09/07/2006	12/07/2006	09/07/2006	09/07/2006	09/07/2006	12/07/2006	07/07/2006	09/07/2006	09/07/2006	07/07/2006	07/07/2006	12/07/2006	08/07/2006	
Recouvrement général (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100	100	100	100	
Profondeur (cm)	160	100	30	110	30	30	60	120	130	70	60	75	60	55	90	
Surface du relevé (m ²)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Nombre d'espèces / relevé	8	5	10	9	10	6	8	6	6	6	6	8	6	8	4	CP
Caractéristiques d'association																
<i>Phragmites australis</i>	2	3	3	3	3	3	4	3		3	3	3	1	4	2	V
<i>Thelypteris palustris</i>	3	4	3	2	3	3	3	2	3	3	2	2	+			V
Espèces des Phragmito-Magnocaricetea																
<i>Lythrum salicaria</i>	1	2	2	2	2	2	1	2		3	1	1	1	1	1	V
<i>Cladium mariscus</i>	3			2	1	3					1	2			2	III
<i>Carex elata</i>	2			1	1					2		2		1		III
<i>Polygonum salicifolium</i>			+	3			1		2				+			II
<i>Scirpus lacustris</i>		2	1	2	1		4							1		III
<i>Typha latifolia</i>	2		4						3					4		II
<i>Lycopus europaeus</i>	+											1				I
<i>Iris pseudo-acorus</i>														4		I

Description du groupement

Dans le lac Bleu, *Thelypteris palustris* caractéristique de la classe des Alnetea glutinosae Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff, Dijk & Passchier 1946 est accompagné de *Phragmites australis* caractéristique de la classe des Phragmito-Magnocaricetea Klika in Klika & Novák 1941.

Cette association forme au lac Bleu un mur d'hélophytes bien étendu au niveau des rives qui l'abritent ; ce mur constitue un milieu bien fermé avec un recouvrement très élevé (de 90 à 100%), (**figure 30**).

Phragmites australis, caractéristique d'association, est une espèce qui se développe en bordures aquatiques, surtout d'atterrissements (CORILLION, 1994).

Thelypteris palustris, une fougère aquatique et espèce rare des marais et bois humides (QUEZEL et SANTA, 1962), contribue à la formation de ce groupement.



Figure 30 : Le Thelypterido palustris Phragmitetum australis Kuiper 1957.

Des caractéristiques des Phragmito-Magnocaricetea sont présentes dans ce groupement représenté par 08 espèces, avec une forte présence pour certaines comme *Lythrum salicaria* et *Cladium mariscus*.

Des transgressives des Potametea accompagnent ce groupement représenté par *Utricularia vulgaris*, *Ceratophyllum demersum* et *Potamogeton trichoides*. Ces deux dernières espèces forment chacune un faciès remarquable avec, respectivement, une présence égale à **III** et **II** ; cela confirme que cette association est en contact avec des végétations du Potamion occupant les niveaux inférieurs des étangs bordant ces roselières, comme le signalent DUHAMEL et al, 2007.

Des transgressives des Lemnetea sont aussi présentes dans l'association représentée par *Lemna minor*.

D'autres espèces *Lythrum junceum* et *Leersia hexandra* avec une présence élevée (**V**) accompagnent le groupement contribuant à sa richesse floristique.

Enfin, nous soulignons la présence dans cette association de *Carex elata*, *Scirpus lacustris* et *Lycopus europaeus* qui sont des espèces indicatrices d'atterrissement ainsi que celle de *Ceratophyllum demersum* et *Nymphaea alba*, indicatrices d'eutrophisation.

Répartition et écologie

Ce groupement se rencontre au niveau des rives Nord et Sud-Est du lac Bleu où il présente des peuplements denses.

Le Thelypterido palustris-Phragmitetum australis se développe à une profondeur considérée comme moyenne (77 cm), mais pouvant atteindre les 160 cm, à pH faiblement acide (5.9-6.5) et dans des eaux eutrophes, moyennement minéralisées (235,66 µS/cm). La température des eaux est comprise entre 28 et 29°C.

Au sein du lac Bleu, *Phragmites australis* et *Thelypteris palustris* présentent une large amplitude d'habitat vis-à-vis de la profondeur avec un *preferendum* pour les valeurs élevées de ce même facteur (90-120 cm).

Position syntaxonomique

FELZINES et al (2006), rattachent un Thelypterido palustris-Phragmitetum australis Kuiper 1957 au Phragmition australis Koch 1926, l'ordre Phragmitetalia australis Koch 1926 et la classe des Phragmito australis – Magnocaricetea elatae Klika in Klika & Novák 1941.

FELZINES et al (2006), décrivent un Thelypterido palustris-Phragmitetum australis Kuiper 1957 comme une association qui préfère les tourbières alcalines évoluées mais très inondées jusqu'au printemps.

Selon DUHAMEL et al. (2007), Thelypterido palustris-Phragmitetum australis est aussi une association des eaux stagnantes mésotrophes à eutrophies riches en bases,

elle est tolérante à l'ombrage, l'inondation prolongée et les nappes subaffleurantes la majeure partie de l'année ; des assèchements brefs sont supportables.

DUHAMEL et al (2007) signalent que cette association est peu connue, elle est localisée aux Pays-Bas, en Hongrie, en Allemagne et au Nord de la France, et sans doute sa répartition est assez large dans tout le domaine planétaire atlantique et sub-atlantique.

Le présent travail prouve que cette association est présente en Algérie au niveau du lac Bleu. Bien que cette association décrite par ces auteurs soit plus riche en espèces, le syntaxon décrit pour le lac Bleu semble correspondre au Thelypterido palustris-Phragmitetum australis Kuiper 1957. En accord avec ces auteurs, nous rattachons ce syntaxon au Phragmiton australis Koch 1926 noms. Mut; cette alliance est rattachée selon RIVAS-MARTINEZ et al (2002) à l'ordre des Phragmitetalia Koch 1926 appartenant à la classe Phragmito-Magnocaricetea Klika in Klika & Novák 1941. La présence de *Typha latifolia*, espèce caractéristique du Phragmiton australis nous conforte dans notre choix.

4.5.3. Les groupements de la classe des Salici purpureae-Populetea nigrae Rivas-Martínez et Cantó ex Rivas-Martínez, Báscones, T.E. Díaz, Fernández-González & Loidi 1991

Cette classe regroupe les ripisylves caducifoliées et les communautés des Saules des régions humides Eurosibériennes et Méditerranéennes. Il s'agit de communautés forestières ou pré-forestières de bois tendres. Dans les situations les plus humides, on retrouve des espèces de roselières (DUHAMEL et al. 2007). Parmi les espèces caractéristiques de la classe, nous avons *Alnus glutinosa*.

Dans le lac Bleu, cette classe est représentée par un seul ordre et une seule alliance.

4.5.3.1 Salicetalia purpureae Moor 1958

Cet ordre réunit les communautés basses, souvent pionnières, des arbres et des saules, des zones boisées des fleuves et des cours d'eau habituellement inondés.

Selon RIVAS-MARTINEZ et al. (2002), parmi les espèces caractéristiques de cet ordre, nous avons *Salix purpurea* et *Salix triandra*.

4.5.3.1.1 Salicion pedicellatae Galán, A.V. Pérez & Cabezudo in A.V. Pérez, Galán, P. Navas, D. Navas, Y. Gil & Cabezudo 1999

C'est une alliance thermo-méditerranéenne des régions ouest méditerranéennes. RIVAS MARTINEZ et al (2002), citent comme espèces caractéristiques *Salix pedicellata*.

Au niveau de la Nechâa du lac Bleu cette alliance renferme une seule association.

❖ **Le Caricio elatae-Salicetum pedicellatae** *ass. nov.* (tableau XVIII).

Cette association correspond au **lot I** identifiée précédemment lors de l'analyse partielle des données et la C.A.H.

Tableau XVIII : Le Caricio elatae - Salicetum pedicellatae *ass. nov.*

N° du relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
N° du relevé sur le terrain	R98	R96	R92	R91	R90	R99	R100	R87	R95	
Date	13/07/2006	13/07/2006	13/07/2006	13/07/2006	13/07/2006	13/07/2006	13/07/2006	13/07/2006	13/07/2006	
Recouvrement général (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	80	
Profondeur (cm)	80	50	65	55	40	60	65	45	30	
Surface du relevé (m²)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Nombre d'espèces / relevé	5	6	7	9	8	7	6	6	5	CP
Caractéristiques d'association										
<i>Salix pedicellata</i>	4	3	4	3	4	3	4	3	3	V
<i>Carex elata</i>	4	2	3	4	3	3	1	3	1	V
Espèces des Salici purpureae-Populetea nigrae										
<i>Salix purpurea</i>		1		2	1	2	1	1	1	IV
Espèces des Phragmito-Magnocaricetea										
<i>Iris pseudo-acorus</i>		1	3	2	2	1				III
<i>Lythrum salicaria</i>				1	1	1	+	1		III
<i>Phragmites australis</i>			2	2	2					II
<i>Polygonum salicifolium</i>	+			2						II

Description du groupement

Au niveau de la Nechâa du lac Bleu le Caricio elatae-Salicetum pedicellatae est caractérisé par la combinaison dominante de deux espèces : *Salix pedicellata*, caractéristique du Salicion pedicellatae et *Carex elata*, avec ses touradons, caractéristique des Magnocaricion elatae Koch 1962 de la classe des Phragmito-Magnocaricetea.

Cette association constitue au niveau de la Nechâa du lac Bleu un peuplement très dense avec un recouvrement rarement inférieur à 100%, et une présence élevée (V) des deux espèces caractéristiques (**figure 31**).



Figure 31 : Le Caricio elatae - Salicetum pedicellatae *ass. nov.*

Floristiquement, cette association est composée de dix espèces avec une moyenne de 06 par relevé.

Le tableau XVIII montre le cortège floristique de cette association qui est composée de *Salix purpurea* caractéristique des Salici purpureae-Populetea nigrae.

Des transgressives des Phragmito-Magnocaricetea sont présentes aussi dans ce groupement et représentées par 04 espèces.

Ceratophyllum demersum, transgressive des Potametea et *Lemna minor*, transgressive des Lemnetae accompagnent ce groupement. Ces deux espèces forment chacune un faciès apparent avec une présence égale à V.

Leersia hexandra, espèce considérée comme rare (QUEZEL et SANTA, 1963), vient enrichir ce groupement.

La présence des éléments des Phragmito-Magnocaricetea, des Potametea et des Lemnetae indique l'hydrophilie du groupement.

Répartition et écologie

Ce groupement constitue la Nechâa située à 150 m au Nord du lac Bleu. La Nechâa forme un milieu humide caractérisé par la présence d'eau en surface ou très proche de la surface liée à un sol profond, léger, fertile et riche en matière organique.

Le Caricio-Salicetum pedicellatae se développe à des profondeurs allant de 30 à 80 cm.

Carex elata héliophyte des bords des marais, des étangs et des fossés forme une magnocariçaie ou formation végétale hygrophile typique à ce groupement.

Salix pedicellata phanérophyte dominante supporte des lames d'eau jusqu'à 80 cm de profondeurs.

La présence de *Leersia hexandra*, espèce tropicale indique la thermophilie du groupement.

Position syntaxonomique

Différentes associations végétales ayant pour espèce caractéristique *Salix pedicellata* ou *Carex elata* ont été décrites.

L'*Equiseto telmateiae-Salicetum pedicellatae* Díez-Garretas, Cuenca & Asensi 1988 ; l'*Erico mediterraneae-Salicetum pedicellatae* Esteve 1973 et le *Nerio oleandri-Salicetum pedicellatae* Cano & F. Valle 1990 sont rattachés par RIVAS-MARTINEZ et al (2002) au Salicion pedicellatae de la classe des Salici purpureae-Populetea nigrae.

KADID (1999), décrit un Caricio pseudocyperii-Salicetum pedicellatae et le rattache au Caricion rostratae de l'ordre des Caricetalia elatae Pignatti 53 ap .54 de la classe des Phragmiti-Magno-Caricetea Klika et Novak 41.

Un *Caricetum elatae* Koch 1926 est rattaché par RIVAS-MARTINEZ et al (2002) à l'alliance Magnocaricion elatae Koch 1926 appartient à l'ordre Magnocaricetalia Pignatti 1954 et la classe des Phragmito-Magnocaricetea.

De ce qui précède, nous constatons que cette combinaison des deux espèces *Salix pedicellata* et *Carex elata* réunies ensemble n'a jamais été décrite par les différents auteurs ayant travaillé sur les communautés végétales aquatiques.

Nous rattachons cette association nouvelle à l'alliance Salicion pedicellatae, rattaché par RIVAS-MARTINEZ et al (2002) à l'ordre des Salicetalia purpureae et la classe des Salici purpureae-Populetea nigrae. La présence dans ce groupement de *Salix pedicellata*, caractéristique du Salicion pedicellatae et *Salix purpurea* caractéristique de l'ordre Salicetalia purpureae, nous conforte dans notre choix.

4.5.4. Les groupements de la classe des Molinio-Arrhenatheretea Tüxen 1937

Cette classe regroupe les communautés végétales des prairies pâturées et labourées souvent humides et mésophiles, sur sol humide fréquemment couvert par des activités anthropiques et de broutage. Ces communautés sont répandues partout dans le monde, dans les territoires tempérés, boréaux et méditerranéens, mais trouvent leur optimum dans les régions Eurasiatiques.

Nous citons quelques caractéristiques de la classe : *Agrostis capillaris*, *Alopecurus pratensis*, *Anthoxanthum odoratum subsp. odoratum*, *Arrhenatherum elatius subsp. bulbosum*, *Carex distans*, *Carex flacca*, *Knautia arvernensis*, *Schoenus nigricans* et *Trifolium pratense*.

Selon BARDAT et al (2004), cette classe regroupe la végétation des prairies hygrophiles à méso hygrophiles, sur sol engorgé ou inondable essentiellement minéraux, oligotrophe à mésotrophe.

FELZINES et al (2006), précisent que ces prairies hygrophiles à méso hygrophiles sont utilisées ou non par l'homme, mais non fertilisées.

Cette classe est représentée dans notre site d'étude par un seul ordre et une seule alliance.

4.5.4.1. Crypsio-Paspaletalia distichi Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952 nom. inv. et nom. mut. Propos et Paspalo-Polypogonion viridis Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952 nom. mut. propos.

Ce sont les communautés des prairies inondées ou temporairement inondées riches en espèces stolonifères, décumbantes, vivaces, sur sol boueux riche en minéraux des régions thermo_mésoméditerranéennes et thermomésotempérées.

Selon RIVAS-MARTINEZ et al (2002), les espèces caractéristiques de cet ordre sont: *Lythrum junceum*, *Paspalum distichum*.

Au lac Bleu, cet ordre et cette alliance sont représentés par le groupement à *Paspalum distichum* et *Baldellia ranunculoides* (**tableau XIX**).

Ce groupement est représenté par l'ensemble **3**, identifié lors de l'analyse globale et la C.A.H.

Tableau XIX : Le groupement à *Paspalum distichum* et *Baldellia ranunculoides*

N° du relevé	1	2	6	7	3	5	17	4	10	8	9	11	12	13	14	15	16	
N° du relevé sur le terrain	R32	M8	M1	M5	M14	M15	M13	M7	M3	M10	M12	M11	M16	M2	M6	M4	M9	
Date	08/07/2006	08/07/2006	07/07/2006	08/07/2006	09/07/2006	09/07/2006	09/07/2006	08/07/2006	09/07/2006	09/07/2006	09/07/2006	09/07/2006	09/07/2006	07/07/2006	08/07/2006	08/07/2006	09/07/2006	
Recouvrement général (%)	100	100	70	90	100	90	100	100	100	100	100	100	90	60	70	90	95	
Profondeur (cm)	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Surface du relevé (m ²)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Nombre d'espèces / relevé	4	2	3	3	3	4	4	5	4	4	4	3	3	2	2	2	2	CP
Différentielles de groupement																		
<i>Paspalum distichum</i>	5	5	4	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	V
<i>Baldellia ranunculoides</i>			+	+	.	+	+	+	+	3	2	2	1	1	+	3	3	V
Espèces des Molinio-Arrhenatheretea																		
<i>Lythrum junceum</i>	3	3	3	1	1	3	.	2	.	1	2							III
<i>Scirpoides holoschoenus</i>									1	2	1	1	1					II
<i>Mentha suaveolens</i>					2	2	1	1										II
Autres espèces																		
<i>Anagallis arvensis</i>							+	+	+									I
<i>Polygonum salicifolium</i>	1																	I
<i>Lythrum tribracteatum</i>	+																	I

Description du groupement

Au niveau du lac Bleu le *Paspalum distichum* caractéristique du Paspalo-Polypogonion viridis alliance de la classe Molinio-Arrhenatheretea est très souvent accompagné de *Baldellia ranunculoides* caractéristique du Hyperico elodis-Sparganion Br.-Bl. et Tüxen ex Oberdorfer 1957 alliance de la classe Isoeto-Littorelletea Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937. Ces deux espèces présentent une forte présence (Cp: V), ensembles elles forment un tapis d'espèces vivaces rases et amphibies dont le recouvrement très notable atteint très souvent les 100% (**figure 32**).



Figure 32 : Le groupement à *Paspalum distichum* et *Baldellia ranunculoides*

Floristiquement ce groupement est composé de 08 espèces, avec une moyenne de l'ordre de 03 espèces par relevé.

Le tableau XIX montre la forte présence des espèces de la classe des Molinio-Arrhenatheretea. Dans ce groupement, elles sont représentées par *Lythrum junceum* (Cp III), *Mentha suaveolens* (Cp II) et *Scirpoides holoschoenus* (Cp II).

D'autres espèces contribuent à l'enrichissement de ce groupement, à savoir *Anagallis arvensis*, *Polygonum salicifolium*, *Lythrum tribracteatum*.

Répartition et écologie

Dans le lac Bleu la communauté à *Paspalum distichum* et *Baldellia ranunculoides* s'installe au niveau des rives immédiates du lac en formant une grande étendue. Ce groupement exploite une profondeur qualifiée de très faible (0 à 10 cm).

Paspalum distichum est une espèce ripicole (MONTEGUT, 1987), des bords poussant dans des eaux peu profondes et des lieux humides à plan d'eau superficiel pratiquement constant (VETVICKA, 1981) ; elle est largement distribuée dans des zones humides de faibles profondeurs (PODLEJSKI, 1982).

La présence de cette espèce indique une forte anthropisation au niveau du lac Bleu.

Baldellia ranunculoides, est une héliophyte des berges des étangs et des mares à niveau variable, dans la zone de balancement des eaux, généralement sur un substrat sablonneux (DE LANGHE, 1983).

Position syntaxonomique

Différentes associations végétales ayant pour espèces caractéristiques *Paspalum distichum* ou *Baldellia ranunculoides* ont été décrites.

RIVAS-MARTINEZ et al (2002), rattachent au Paspalo-Polypogonion viridis alliance de la classe Molinio-Arrhenatheretea, les associations suivantes :

* *Paspaletum dilatato-distichi* Herrera et F. Prieto in T.E. Díaz et F. Prieto 1994.

* *Paspalo distichi-Agrostietum verticillatae* Br.-Bl. in Br.-Bl., Gajewski, Wraber et Walas 1936.

* *Paspalo distichi-Polypogonetum viridis* Br.-Bl. in Br.-Bl., Gajewski, Wraber et Walas 1936 nom. mut.

* *Ranunculo scelerati-Paspaletum distichi* Rivas Goday 1964 corr. Peinado, Bartolomé, Martínez-Parras et Ollala 1988 nom. Mut.

Selon la bibliographie consultée, ces associations n'ont pas été décrites en Algérie.

KADID (1999), parle d'un groupement à *Paspalum distichum* localisé au niveau du lac Tonga ; cet auteur rattache ce groupement au *Oryzo sativae-Echinochloion oryzoidis* de Bolos et Masclans 55 de la classe des *Oryzetea Sativae* Miyawake 1960.

La forte présence des espèces de la classe des Molinio-Arrhenatheretea dans ce groupement, nous permet de le rattacher au Paspalo-Polypogonion viridis de l'ordre Crypsio-Paspaletalia distichi de la classe des Molinio-Arrhenatheretea.

La présence dans ce groupement de *Paspalum distichum* et de *Lythrum junceum*, espèces caractéristiques de l'ordre et de l'alliance nous conforte dans notre choix.

4.5.5. Les groupements de l'ordre des Pistacio-lentisci-Rhamnetalia-alaterni. Rivas-Martinez.1975.

Cet ordre fait partie de la classe des Quercetea Ilicis Br.-Bl. ex A. et O. Bolòs 1950 ; il regroupe les formations forestières arborescentes très ouvertes ou arbustives héliophiles qui représentent des stades de dégradation et bordant les communautés forestières

des Quercetea Ilicis Br. BI. (1936) 1947, en bioclimats sub-humide et humide, constituant des climax potentiels lorsque les conditions écologiques ne permettent pas à la forêt dense de se développer (BARBERO et al, 1981).

Les taxons suivants sont retenus par RIVAS MARTINEZ et al, (2002) comme caractéristiques de l'ordre : *Chamaerops humilis*, *Juniperus macrocarpa*, *Juniperus turbinata*, *Pistacia lentiscus* et *Quercus coccifera*.

4.5.5.1. Ericion arboreae (Rivas-Martínez ex Rivas-Martínez, Costa et Izco 1986) Rivas- Martínez 1987

Cette alliance regroupe les communautés sur substrats acides (BARDAT et al 2004). RIVAS-MARTINEZ et al (2002), citent comme espèces caractéristiques de cette alliance : *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Phillyrea angustifolia*.

Au lac Bleu, cette alliance renferme l'association suivante :

❖ Le Genisto ulicinae-Quercetum cocciferae ass. nov. (tableau XX).

Cette association est représentée par l'ensemble 2, identifié lors de l'analyse globale et la C.A.H.

Tableau XX : Le Genisto ulicinae-Quercetum cocciferae ass. nov.

N° du relevé	1	2	3	4	5	6	
N° du relevé sur le terrain	M20	M19	M17	M21	M22	M18	
Date	15/09/2006	15/09/2006	15/09/2006	15/09/2006	15/09/2006	15/09/2006	
Recouvrement général (%)	80	85	45	10	40	70	
Surface du relevé (m ²)	100	100	100	100	100	100	
Nombre d'espèces / relevé	6	4	6	5	5	3	CP
Caractéristiques d'association							
<i>Quercus coccifera</i>		2	4	4	4	4	V
<i>Genista ulicina</i>	+		+	2			III
Espèces des Quercetea ilicis							
<i>Olea europaea</i>	1	2	2	3	3		V
Espèces des Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni							
<i>Chamaerops humilis</i>	+		2	2	1		IV
<i>Juniperus oxycedrus</i>	2	3	1				III
<i>Erica arborea</i>				1	1	1	III
<i>Pistacia lentiscus</i>					2		I
Autres espèces							
<i>Scirpoides holoschoenus</i>	3	2					II
<i>Nerium oleander</i>	2					3	II
<i>Lavandula stoechas</i>			+				I

Description du groupement

Dans le lac Bleu Le Genisto ulicinae-Quercetum cocciferae est caractérisé par la combinaison de *Quercus coccifera* caractéristique de l'ordre Pistacio-lentisci-Rhamnetalia-alaterni et *Genista ulicina*, espèce endémique Est Algéro-Tunisienne (SADKI, 1988).

Ce groupement constitue dans les dunes qui entourent le lac Bleu un peuplement plus ou moins dense avec un recouvrement général allant de 10 à 80% (**figure 33**).

Floristiquement, cette association est composée de 10 espèces avec une moyenne de l'ordre de 04 espèces par relevé.



Figure 33 : Le Genisto ulicinae-Quercetum cocciferae *ass. nov.*

Le tableau XX montre le cortège floristique de cette association qui est composée de *Chamaerops humilis*, *Juniperus oxycedrus* et *Pistacia lentiscus* qui sont toutes des espèces caractéristiques de l'ordre Pistacio-lentisci-Rhamnetalia-alaterni, ainsi que d'*Olea europaea* dont la présence est très forte (CpV) caractéristique de la classe des Quercetea Ilicis, en plus d'*Erica arborea* caractéristique de l'alliance Ericion arboreae.

Lavandula stoechas, *Scirpoides holoschoenus* et *Nerium oleander*, sont les autres espèces qui viennent enrichir ce groupement ; les deux dernières espèces sont indicatrices d'humidité.

Répartition et écologie

Cette association se situe au niveau des dunes qui entourent le lac Bleu. Elle forme un maquis bas dense en stade d'équilibre avec les facteurs anthropiques.

Ce groupement indique une situation de dégradation, car la plupart des espèces qui le composent à s'avoir : *Olea europaea*, *Chamaerops humilis*, *Pistacia lentiscus*, *Erica arborea*, *Juniperus oxycedrus*, et *Scirpoides holoschoenus* ayant une signification de dégradation.

Nous remarquons dans ce groupement que *Pistacia lentiscus* semble ne pas pouvoir résister à la présence de *Juniperus oxycedrus* dont la présence est plus ou moins élevée.

Notons également que *Juniperus oxycedrus* se fait remplacer par *Erica arborea*, espèce considérée comme calcifuge.

Position syntaxonomique

Plusieurs associations végétales ayant pour espèces caractéristiques *Quercus coccifera* ont été décrites.

GUINOCHET (1980) décrit un Phillyreo latifoliae - Quercetum cocciferae Quezel et al, 1988 au niveau de Tipaza et des gorges de la Chiffa. La même association est, également, citée par HADJAJ (1991) qui s'étend depuis Ghazaouet jusqu'à Mostaganem.

BRAUN-BLANQUET (1952), décrit un Cocciferetum Br.-Bl.1924, qu'il rattache à l'alliance Quercion ilicis, l'ordre Quercetalia ilicis de la classe des Quercetea ilicis ; il cite comme espèces caractéristiques de l'association : *Quercus coccifera*, *Teucrium chamaedrys*, *Rumex intermedius* et *Vincetoxicum nigrum*.

DE BELAIR (1990), parle d'une association Cocciferetum (MAIRE, 1926), accompagnée d'éléments floristiques de l'oleo-lentiscetum, localisé au niveau du bassin versant du lac Mellah (El-Kala). Cette auteur cite quatre (04) faciès au niveau de cette association à s'avoir : les faciès à *Pinus halepensis*, *Juniperus phoenicea*, *Halimium halimifolium*, *Eucalyptus camaldulensis*, et un type de l'association à *Quercus coccifera* en équilibre ; cette espèce est accompagnée principalement de *Chamaerops humilis* très abondant, *Pistacia lentiscus* très développé, *Olea europaea* se faisant plus rare, puis *Phillyrea angustifolia* et *Juniperus oxycedrus* ; *Quercus suber* lui est, parfois, associé. Tandis que dans les vallons humides apparaît *Scirpoides holoschoenus*.

RIVAS-MARTINEZ et al (2002), rattachent au Rhamno lycioidis-Quercion cocciferae Rivas Goday ex Rivas-Martínez 1975 de l'ordre Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni de la classe des Quercetea ilicis un *Quercetum cocciferae* Br.-Bl. 1924.

De ce qui précède nous constatons que la combinaison de *Quercus coccifera* et *Genista ulicina* réunis ensembles n'a pas été décrite par les différents auteurs.

Le fait que *Genista ulicina* soit une espèce endémique Algéro Tunisienne, nous permet de la considérer avec *Quercus coccifera* comme caractéristique de l'association ; de ce fait, ce groupement correspond à une association à part entière, caractéristique à un maquis en état d'équilibre avec les facteurs anthropiques du milieu. Nous rattachons cette association à l'alliance d'Ericion arboreae, l'ordre des Pistacio-lentisci-Rhamnetalia-alaterni appartenant à la classe des Quercetea Ilicis.

La présence dans cette association de *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *Juniperus oxycedrus* et *Chamaerops humilis* caractéristique de l'ordre Pistacio-lentisci-Rhamnetalia-alaterni et d' *Erica arborea* caractéristique de l'alliance Ericion arboreae nous conforte dans notre choix.

4.5.6. Schéma syntaxonomique

Les sept (07) groupement végétaux identifiés et décrits pour le lac Bleu, s'organisent selon le Schéma syntaxonomique suivant :

Classe : Potametea Klika in Klika et Novak 1941.

Ordre : Potametalia koch 26.

Alliance : Potamion (koch 26) Libbert 1931

Association : Ceratophyllo demersi - Potametum trichoidis *ass. nov.*

Alliance : Nymphaeion albae Oberdorfer 1957

Association : Ceratophyllo demersi - Nymphaeetum albae Kadid et al, 2007

Ordre : Utricularietalia Den Hartog et Segal 1964

Alliance : Ceratophyllion demersi Den Hartog et Segal ex Passarge 1996

Association : Lemno minoris - Ceratophylletum demersi *ass. nov.*

Classe : Phragmito-Magnocaricetea Klika in Klika et Novak 1941.

Ordre : Phragmitetalia Koch 1926

Alliance : Phragmition australis Koch 1926 nom.mut.

Association : Thelypterido palustris Phragmitetum australis Kuiper 1957

Classe : Salici purpureae- Populetea nigrae Rivas-Martínez & Cantó ex Rivas-Martínez, Bascónes, T.E. Díaz, Fernández-González & Loidi, 1991

Ordre : Salicetalia purpureae Moor 1958

Alliance : Salicion pedicellatae Galán, A.V. Pérez & Cabezudo in A.V. Pérez, Galán, P. Navas, D. Navas, Y. Gil & Cabezudo 1999

Association : Caricio elatae - Salicetum pedicellatae *ass. nov.*

Classe : Molinio-Arrhenatheretea Tüxen 1937

Ordre : Crypsio-Paspaletalia distichi Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952 nom. inv. et nom. mut. propos

Alliance : Paspalo-Polypogonion viridis Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952 nom. mut. propos.

Groupement à : *Paspalum distichum* et *Baldellia ranunculoides*

Classe : Quercetea ilicis Br.-Bl. ex A. et O. Bolòs 1950

Ordre : Pistacio-lentisci-Rhamnetales-alaterni. Rivas-Martinez.1975.

Alliance : Ericion arboreae (Rivas-Martínez ex Rivas-Martínez, Costa et Izco 1986) Rivas- Martínez 1987

Association : Genisto ulicinae-Quercetum cocciferae *ass. nov*

Conclusion

A l'issue de cette étude phytosociologique portant sur la végétation du lac Bleu, il ressort que :

- Les associations aquatiques identifiées se rattachent syntaxonomiquement à trois (03) classes ; il s'agit principalement de la classe des Potametea qui renferme trois (03) associations, soit 42,85% de la totalité des syntaxons caractérisant ce site et ensuite de celles des Phragmito-Magnocaricetea et Salici purpureae - Populetea nigrae, renfermant chacune d'elle une (01) seule association.
- Le groupement identifié, de la pelouse se rattache à la classe des Molinio-Arrhenatheretea.
- L'association des dunes du lac Bleu, se rattache quant à elle à la classe des Quercetea ilicis.
- Quatre (04) nouvelles associations ont été individualisées, ce sont :
 - **Lemno minoris - Ceratophylletum demersi *ass. nov*, appartenant aux Potametea. Cette association a été trouvée au niveau de la Nechâa du lac Bleu.**
 - **Ceratophyllo demersi - Potametum trichoidis *ass. nov*, appartenant aux Potametea. Cette association se localise au niveau du lac Bleu.**
 - **Caricio elatae - Salicetum pedicellatae *ass. nov*, appartenant aux Salici purpureae- Populetea nigrae. Cette association a été trouvée au niveau de la Nechâa du lac Bleu.**
 - **Genisto ulicinae-Quercetum cocciferae *ass. nov*, appartenant aux Quercetea ilicis. Cette association a été trouvée au niveau des dunes du lac Bleu.**
- Thelypterido palustris Phragmitetum australis Kuiper 1957, une association peu connue, signalée pour la première fois en Algérie au niveau du lac Bleu. Le présent travail prouve, donc, sa présence.
- Enfin, nous soulignons que l'examen de la composition floristique des différentes associations végétales nous a révélé l'existence de deux phénomènes altérant l'équilibre naturel du site d'étude, il s'agit de l'eutrophisation et de l'anthropisation.

4.6. L'approche cartographique

Grâce à la cartographie traitée dans ce chapitre nous pouvons mettre en évidence :

- * Les différents aspects écologiques de la couverture végétale étudiée.
- * La meilleure description du milieu dans lequel se développe cette couverture végétale.

4.6.1 Description du lac Bleu et de la Nechâa du lac Bleu

Les premiers résultats obtenus à partir du traitement informatique de la photographie aérienne utilisée et le traçage du périmètre étudié par le biais du GPS ainsi que les mesures des paramètres physico-chimiques effectuées ont permis une description exacte et précise du lac Bleu et de sa Nechâa (**tableau XXI**).

Tableau.XXI : Données métriques du lac Bleu.

Largeur maximale	Longueur maximale	Profondeur maximale	Volume	Circonférence	Superficie de l'eau libre	Superficie de la Nupharaie	Superficie de la roselière
0,165 Km	0,240 Km	3,15 m	33400 m ³	0,653 Km	0,844 ha	1,267 ha	0,793 ha

Il en résulte, donc, que le lac Bleu qui présente une forme ovoïde mesure dans sa plus grande largeur 0,165 Km, et sa plus grande longueur 0,240 km. Le volume de ce plan d'eau calculé est de 33400 m³, sa circonférence est de 0,653 Km, sa superficie est de 2,904 ha partagée entre la superficie de son eau libre qui est de 0,844 ha, celle de la belle Nupharaie qui est de 1,267 ha et enfin celle de l'ensemble de la végétation qui ceinture la Nupharaie qui est de 0,793 ha (**figure 34**).

Le lac Bleu est, ainsi, considéré comme étant profond avec une profondeur maximale de 3,15 m ; alors que sa profondeur moyenne est de 1,15 m.

Les données collectées au cours de notre travail indiquent un **pH** moyen de **6,52**.

La Nechâa du lac Bleu se caractérise, pour ce qui la concerne, par une superficie de 0,549 ha, un périmètre égal à 0,345 Km, une longueur de 0,137 Km et une largeur de 0,040 Km.



Figure 34: Le paysage végétal du lac Bleu.

4.6.2. La carte bathymétrique

Grâce aux différentes mesures de la profondeur effectuées au cours de notre étude sur le terrain, nous avons élaboré une carte bathymétrique du lac Bleu (**figure 35**).

L'examen global de cette carte montre que l'épaisseur de la couche d'eau suit un gradient croissant de l'extérieur vers l'intérieur du lac. Si nous comparons les espaces occupés par chaque tranche de profondeur, nous remarquons que ce facteur semble être plus homogène (uniforme) dans la rive Sud-Ouest que dans la rive Nord-Est et qu'il semble être plus uniforme au niveau de la rive Sud-Est par rapport à la rive Nord-Ouest.

En allant des berges vers le centre du lac, les classes de profondeur se présentent comme suit :

Classe 1 (0-35 cm) : cette tranche de profondeur est représentée par une bande continue d'un seul tenant. Elle se rétrécit au niveau des rives Nord-Est et Nord-Ouest et au contraire elle s'élargit au niveau de la rive Sud. Cette tranche abrite comme végétation, en plus des hydrophytes submergées au niveau des rives Sud-Est et Sud-Ouest, une partie de la pelouse qui entoure le lac.

Classe 2 (35-70 cm) : elle héberge la roselière au niveau des berges Nord-Est et Nord-Ouest et le groupement à hydrophyte submergé au niveau des rives Sud-Est et Sud-Ouest. L'espace occupé par cette classe qui s'élargit dans certains endroits notamment au niveau de la rive Sud-Est, varie d'une rive à une autre.

Classe 3 (70-100 cm) : l'espace occupé par cette tranche semble uniforme dans tout le lac par rapport à celui des autres tranches. Dans cette tranche de profondeur on trouve la même végétation occupant les mêmes rives que dans la classe précédente.

Classe 4 (100-150 cm) : au niveau des deux rives Nord-Est et Sud-Est, cette classe de profondeur est plus large par rapport aux autres rives, elle s'élargit dans certaines zones et gagne de plus en plus d'espace vers les rives du lac. Notons comme végétation qui s'installe au niveau de cette tranche, la roselière qui occupe les rives Nord-Est, Nord-Ouest et une partie de la rive Sud-Est, alors que la rive Sud-Ouest est dépourvue totalement de toute végétation.

Classe 5 (150-200 cm) : elle s'élargit dans certains endroits des rives Nord-Est, Nord-Ouest et Sud-Est où elle gagne plus d'espace vers ces rives. Au niveau de cette classe, la roselière s'installe dans les rives Nord-Est, Nord-Ouest et une partie de la rive Sud-Est. L'herbier flottant occupe le centre du lac alors que la rive Sud-Ouest est dépourvue totalement de végétation.

Classe 6 et 7 (200-315 cm) : ces deux classes occupent le centre du lac. L'herbier flottant s'installe à une profondeur qui atteint 290 cm ; au delà de cette profondeur aucune végétation ne s'installe, l'eau est, donc, libre.

De ce qui précède, nous concluons que le gradient de profondeur semble plus important au niveau des rives Nord-Est et Nord-Ouest par rapport à celui des rives Sud-Est et Sud-Ouest.

L'action anthropique, notamment l'arrachage répété de la roselière ainsi que les nombreuses installations de pompage au niveau des rives Sud-Est et Sud-Ouest du lac, a fait que

la roselière ne s'installe pas au niveau de ces rives et se confine aux autres rives. Cette situation a favorisé l'installation des hydrophytes submergées dans ces rives à une profondeur qui varie de 10 à 100 cm.

Nous signalons, également, que les espaces occupés par chacune des classes de profondeur sont hétérogènes les uns par rapport aux autres. Cette différenciation s'explique par la topographie du lac qui semble être plus plate au niveau des rives Sud-Est et Sud-Ouest. La topographie, ainsi faite, favorise l'accueil d'importantes quantités de dépôts réduisant, par conséquent, la profondeur des berges considérées.

De ce qui précède, nous concluons que la variation de profondeurs d'une berge à une autre et des bordures immédiates vers le centre du lac Bleu et l'action anthropique sont à l'origine de la répartition du couvert végétal aquatique, que ce soit dans sa composition floristique, son abondance, sa structure ou dans son organisation en groupements végétaux. Nous confirmons, donc, la relation de dépendance stricte existant entre la végétation aquatique et la profondeur qui a été largement relevée au niveau de nombreux lacs.

Au lac Bleu, au facteur profondeur, s'ajoute l'action de l'homme qui façonne ainsi le paysage.

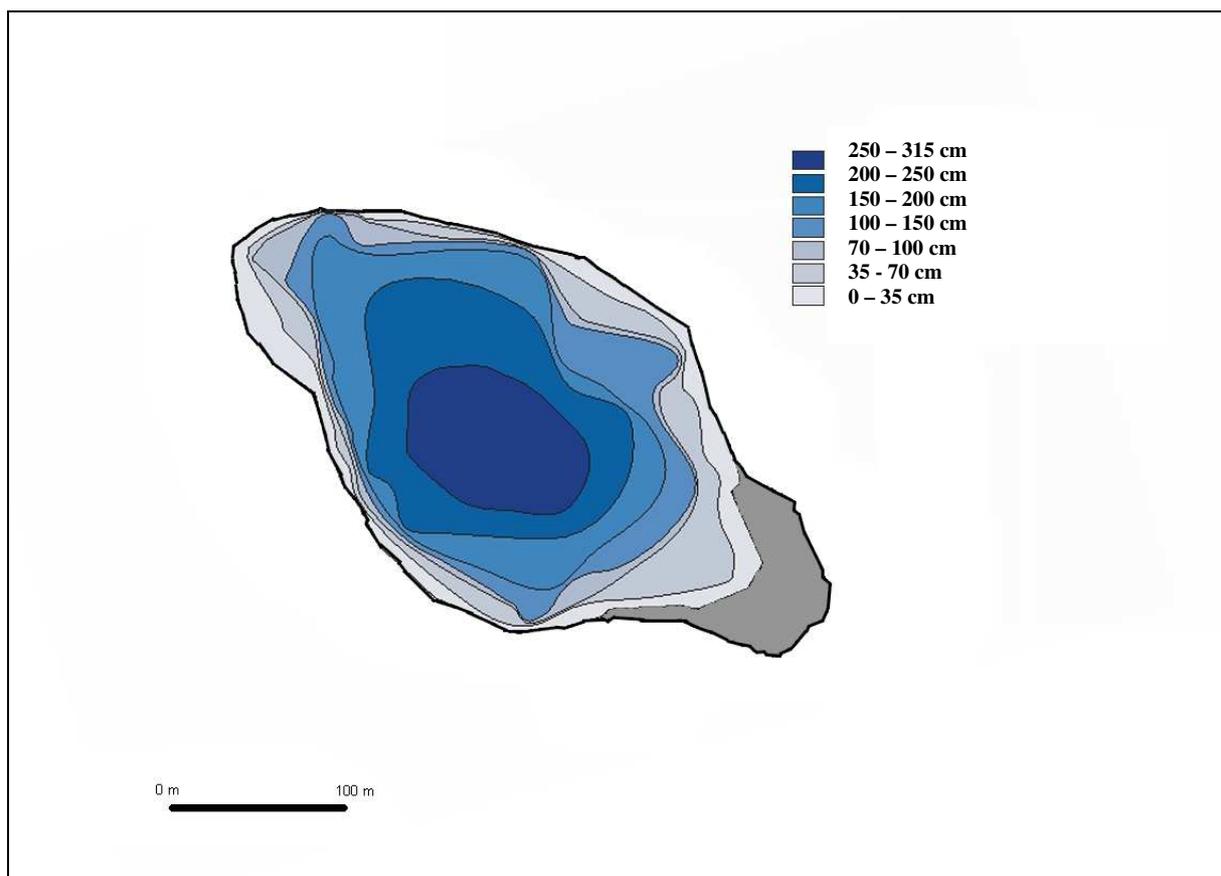


Figure 35: La carte bathymétrique du lac Bleu en période estivale.

4.6.3. Cartographie des groupements végétaux aquatiques

Les groupements végétaux aquatiques dégagés et définis par les différentes approches utilisées lors des traitements des données collectées au cours de cette étude (Numérique, phytosociologique et écologique), font l'objet de deux (02) représentations cartographiques :

La carte physionomique :

La carte physionomique est une représentation de l'inventaire du paysage végétal réel, ou de la végétation actuelle (LONG, 1968). Cette carte représente les formations naturelles et accorde un intérêt réel prioritaire aux espèces dominantes du peuplement. Elle tend à reproduire aussi fidèlement que possible l'image offerte par les groupements végétaux (MOLINIER et VIGNES, 1971). Elle met en évidence l'agencement dans l'espace des différents groupements végétaux aquatiques selon les types biologiques des espèces caractéristiques de ces syntaxons.

La carte phytosociologique :

L'élaboration de la carte phytosociologique est un travail consciencieux, plus difficile à réaliser que la carte physionomique puisqu'elle exige un contact plus intime avec le terrain (MOLINIER et VIGNES, 1971). Cette carte permet, non seulement, la représentation réelle de la répartition spatiale des principales catégories phytosociologiques végétales dans le lac Bleu, mais aussi la contribution à un meilleur suivi de l'évolution de la végétation aquatique ainsi que la gestion de cette zone humide car elle constitue une base de données précieuses pour toute gestion ultérieure, d'autant plus que le lac Bleu qui est entouré d'un épais cordon dunaire important et d'une forêt humide, est un exemple représentatif d'une zone humide naturelle rare voire unique de la région méditerranéenne. La carte phytosociologique illustre ainsi, la répartition spatiale des 04 syntaxons caractérisant le lac Bleu et visualise également l'espace occupé par chaque groupement végétal.

4.6.3.1. La carte physionomique

La carte physionomique du lac Bleu met en évidence l'aspect général du couvert macrophytique (**figure 36**), ainsi que la distribution spatiale des différents groupements végétaux.

La physionomie de chaque groupement végétal est en rapport étroit avec le type biologique de ses espèces dominantes.

En allant des bordures lacustres vers l'intérieur du lac, nous distinguons :

- ✦ La première unité physionomique qui borde les berges du lac se dispose en une longue et étroite ceinture. Cette unité est plus abondante et occupe plus d'espace au niveau de la rive Nord-Est par rapport à la rive Sud-Ouest ; cette dernière se localise aussi au niveau de la rive Sud du lac après l'Aulnaie. En général, nous constatons que cette unité physionomique occupant presque la totalité des berges du lac englobe un groupement de pelouse représenté par une formation végétale herbacée. Cette première unité physionomique qui constitue la strate émergée basse occupe

les bordures immédiates du lac qui sont sèches suite au retrait de l'eau en saison d'été (période de la campagne d'échantillonnage).

- ✦ La deuxième unité s'individualise en demi cercle, occupant les rives Nord-Est, Sud - Est et Nord-Ouest ; cette unité est absente au niveau de la rive Sud-Ouest. Elle symbolise le groupement à grandes hélophytes qui forment la roselière. Cette deuxième unité constitue la strate émergée haute, elle forme, aux niveaux des rives Nord et au Sud-Est du lac, une véritable muraille végétale occupant une tranche d'eau allant de 30 cm à 160 cm.
- ✦ La troisième unité morphologique s'installe au centre du lac sous forme d'une grande tâche flottante qui tend à s'élargir en allant du Sud-Est vers la rive Nord-Ouest du lac. Elle symbolise la Nupharaie qui est dominée par *Nymphaea alba*, une hydrophyte flottante enracinée présente à la surface de l'eau, formant ainsi la strate flottante qui occupe une tranche d'eau allant de 90 cm à 290 cm.
- ✦ La quatrième unité physionomique se présente en une autre tâche plus petite que celle de la Nupharaie qui représente l'eau libre. Elle se localise au centre de la grande tâche de la Nupharaie et plus précisément vers la rive Sud-Est.
- ✦ La cinquième unité physionomique se dispose en une tâche restreinte à la rive Sud-Est ; cette unité représente une formation phanérophyte qui est la ripisylve, laquelle n'a pas fait l'objet de relevés.

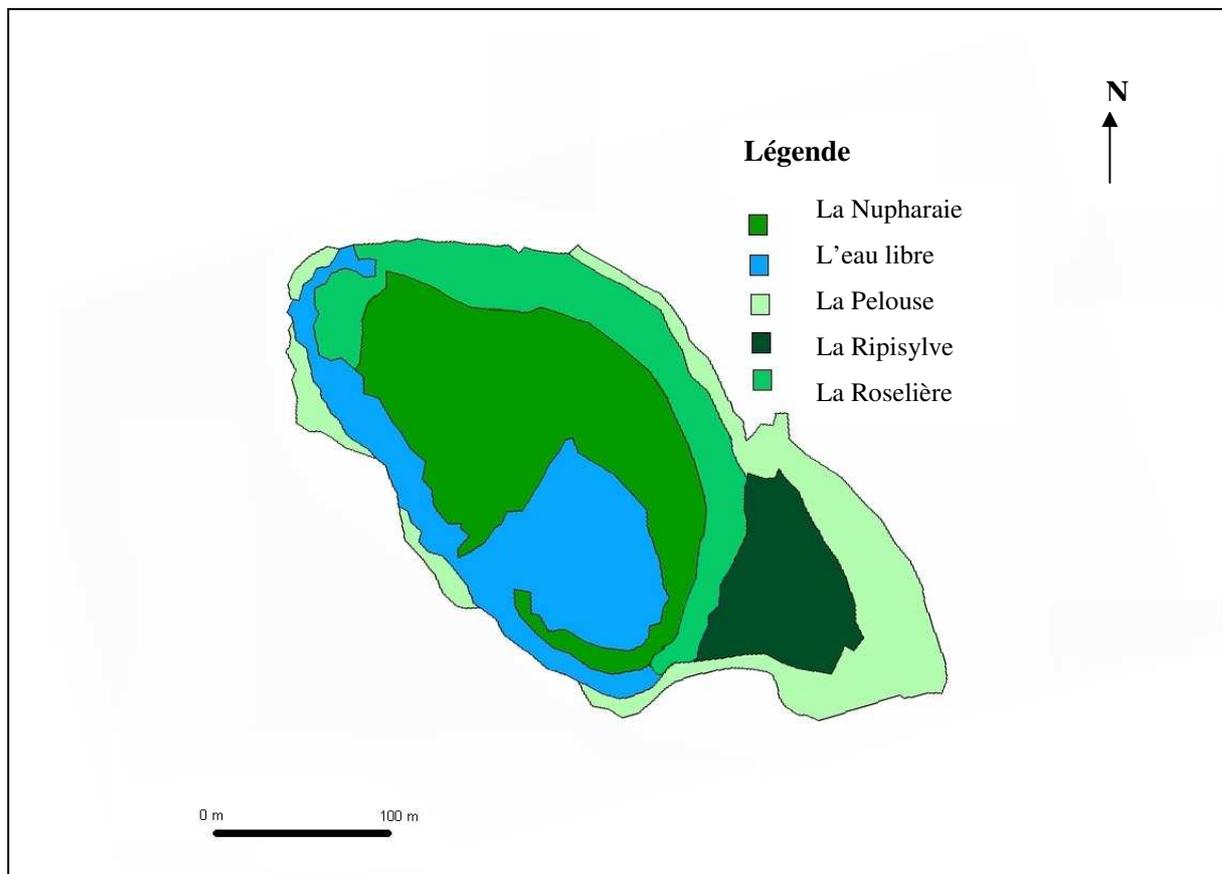


Figure 36: La physiognomie de la végétation aquatique du lac Bleu.

4.6.3.2. La carte phytosociologique

La figure 37 montre le mode de répartition des quatre (04) syntaxons aquatiques qui sont situés le long du lac Bleu. La structuration de la végétation pour la majorité des groupements est en ceinture continue ou fragmentée dans lesquelles s'insèrent des îlots de végétation. La végétation aquatique du lac Bleu se présente comme suit :

- **La pelouse à *Paspalum distichum* et *Baldellia ranunculoides*** : cette formation herbacée est la première ceinture de végétation longeant les bordures immédiates du lac, elle se propage sous forme d'une longue et étroite bande de bout en bout des rives du lac et s'entrecoupe dans certains endroits de ces rives pour laisser l'espace aux parcelles à activité agricole. Cette bande de végétation colonise les parties exondables du lac.
- ***Thelypterido palustris* *Phragmitetum australis*** : cette association se cantonne aux niveaux des rives Nord-Est, Nord-Ouest et une partie de la rive Sud-Est. Elle forme une ceinture bordant pratiquement toute la rive Nord. Cette bande de végétation colonise des profondeurs variables comprises entre 30 cm et 160 cm.
- ***Ceratophyllo demersi*-*Potametum trichoidis*** : se présente sur la carte par une ceinture fragmentée en deux (02) morceaux ; le premier fragment occupe la rive Sud-Est du lac alors que le deuxième, la rive Sud-Ouest. Ce deuxième se rétrécit au fur et à mesure qu'on s'approche de la rive Nord-Ouest où il se limite en une tâche plus ou moins mince pourvue d'îlots à *Phragmites australis*. Notons, également, que ce groupement forme une autre tâche au niveau de la roselière à *Phragmites australis* et *Thelypteris australis* dans la partie Nord-Est du lac. Cette association s'installe à des profondeurs allant de 10 cm à 100 cm.
- ***Ceratophyllo demersi*-*Nymphaeëtum albae*** : ce groupement se localise au centre du lac à de fortes profondeurs allant de 90 cm à 290 cm où il forme une grande tâche continue, et qui se rétrécit en allant de la rive Nord-Ouest vers la rive Sud-Est. cette association végétale marque aussi sa présence au sein de ce lac en s'implantant à l'intérieur des ceintures de végétation précédemment décrites sous forme de quatre (04) îlots plus ou moins circulaires.

De ce qui précède, il apparaît que la berge Nord-Est est, pratiquement, envahie par la végétation émergée (les grandes hélophytes), c'est ce qui attribue à cette partie du lac l'aspect d'un milieu fermé et moins dégagé où certaines zones sont inaccessibles, contrairement à la rive Sud-Ouest qui constitue, de par sa végétation submergée (groupements d'hydrophytes), un milieu ouvert et dégagé. Cette différenciation phytocénotique semble être due aux caractéristiques du milieu aquatique (profondeur, substrats) qui diffèrent d'une berge à une autre et qui créent, de ce fait, des biotopes plus ou moins propices pour l'installation et la prolifération des phytocénoses distinctes.

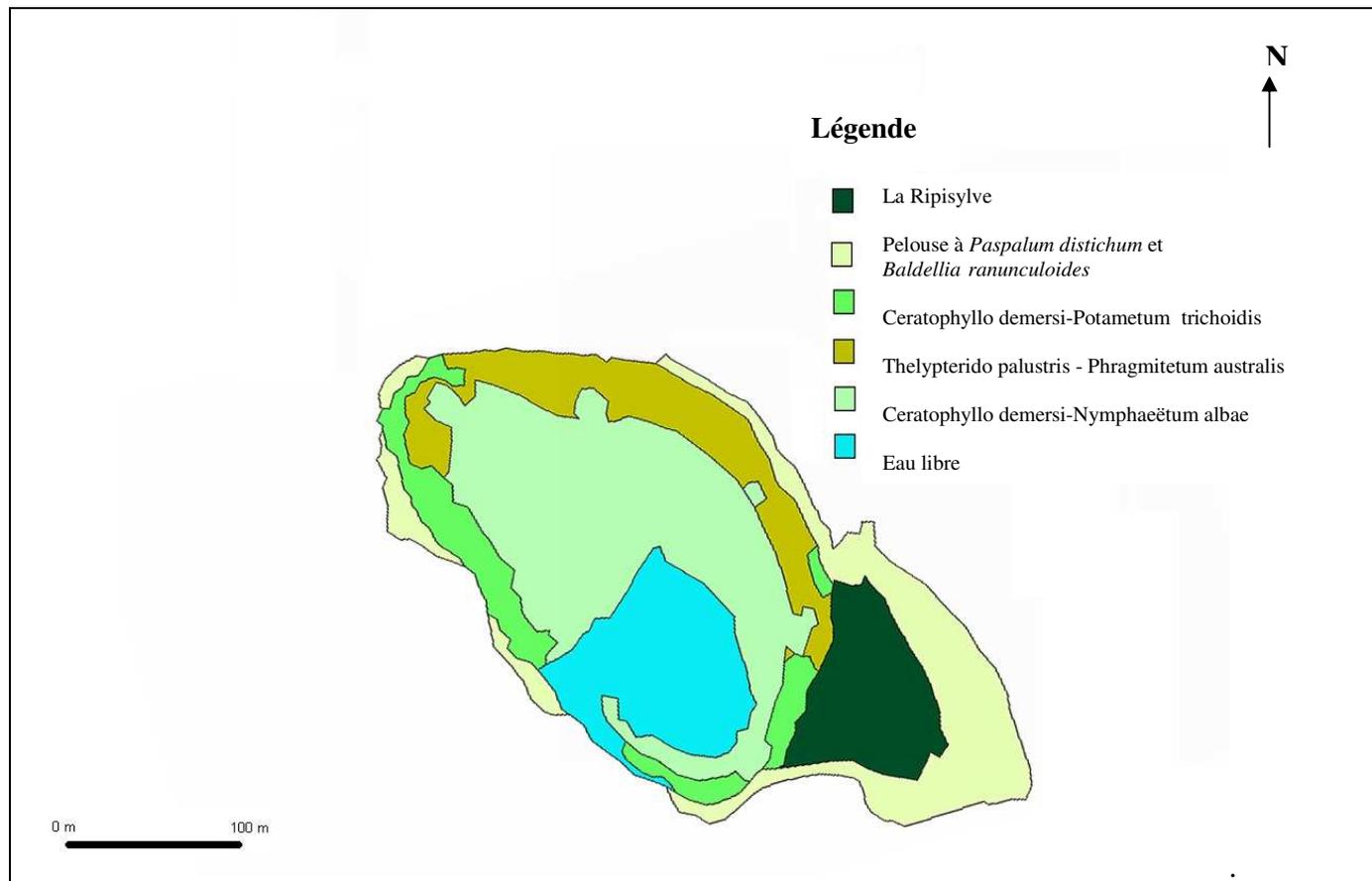


Figure 37 : Répartition spatiale des groupements végétaux aquatiques du lac Bleu.

Conclusion

La cartographie de la végétation aquatique du lac Bleu a permis :

- De décrire de façon exacte et précise les limites du lac Bleu et sa Nechâa et de combler, de ce fait, le manque d'informations sur la bathymétrie de ce site.
- D'affirmer qu'en général la variation de la colonne d'eau suit un gradient croissant, au fur et à mesure que l'on s'oriente vers le centre du lac.
- De conclure que le niveau de la profondeur des rives Nord-Est et Nord-Ouest est plus important par rapport à celui des rives Sud-Est et Sud-Ouest.
- De délimiter l'étendue du couvert végétal et de révéler sa diversité.
- De mettre en évidence l'aspect général du couvert macrophytique et la distribution spatiale des différents syntaxons.
- De montrer que la végétation du lac Bleu qui présente un aspect particulier et unique est disposée de façon bien organisée et spécifique, offrant à ce site une beauté paysagère unique et remarquable.
- De préciser que la phytocénose aquatique des rives Nord est très distincte de celles des rives Sud du lac, car les hélophytes se localisent d'un côté (au niveau des rives Nord) et les hydrophytes se situent de l'autre côté du lac (au niveau des rives Sud) ; alors qu'au centre du lac s'installe une grande tache formée par des hydrophytes flottantes.
- De déduire que cette différenciation de distribution de la végétation aquatique au niveau des rives du lac n'est, en fait, que la résultante de la conjugaison de nombreux facteurs notamment la profondeur et l'action anthropique.
- De conclure que le cantonnement exclusif de certaines associations végétales est à signaler dans notre lac : il s'agit de *Thelypterido palustris Phragmitetum australis* qui s'avère être exclusivement restreint à la partie Nord et Sud-Est, et du *Ceratophyllo demersi-Potametum trichoidis*, dans la partie Sud du lac.

CHAPITRE V
ASPECTS SOCIO-ECONOMIQUES
ET RECOMMANDATIONS

5.1. Aspect socio-économique du lac Bleu

Au cours de notre prospection du terrain nous avons remarqué que le lac Bleu subit une pression anthropique assez importante, c'est pourquoi nous avons jugé utile de procéder à l'étude de l'aspect socio-économique du site d'étude afin de mettre en évidence les facteurs qui l'affectent et proposer quelques actions à entreprendre constituant les premières suggestions capables d'assurer une gestion que nous considérons comme étant nécessaire.

5.1.1. Les facteurs affectant le site d'étude

5.1.1.1. L'approvisionnement des riverains en eau

Les riverains du lac Bleu souffrent du problème d'approvisionnement en eau. En 2005, ils recevaient l'eau grâce à une fontaine installée près de leurs habitations. Les travaux ont été exécutés par les services du Parc national. Cette fontaine était alimentée à partir d'un forage situé à 2 Km, reliée au moyen d'une conduite d'eau. Mais depuis, ce système d'approvisionnement s'est détérioré, obligeant les familles à se déplacer jusqu'au forage où l'eau n'est lâchée que durant 2 heures par jour.

Devant les difficultés d'approvisionnement rencontrées au niveau du forage, marquées notamment par les longues files d'attentes, l'insuffisance du débit et la longueur du trajet à parcourir, les riverains ont recours, à l'exploitation directe et d'une façon irrationnelle des eaux du lac. Cette utilisation des eaux du lac n'est pas sans risque majeur sur la vie du lac ainsi que sur la santé des riverains et peut à la longue accélérer la dégradation du milieu.

Au regard des problèmes posés par le manque d'eau, les riverains ont même recours à des procédés de collecte des eaux de pluies.

Devant cette situation, certains riverains ont cotisé pour le forage d'un puit. Malheureusement, l'emplacement choisi pour l'exécution de ce projet était inapproprié puisqu'ils l'ont réalisé sur une pente trop élevée, ce qui a abouti à un échec (**figure 38**).

5.1.1.2. L'exploitation des eaux du lac

En plus du puisage de l'eau utilisée à la satisfaction de l'ensemble de leurs besoins domestiques qui sont multiples (ménage – nettoyage - hygiène corporelle - préparation des repas et parfois même la boisson après assainissement par ébullition), le recours des riverains aux eaux du lac englobe, également, la lessive de leur linge sur les rives mêmes du lac altérant par cet acte ses eaux et provoquant sa pollution et son eutrophisation, mettant en danger la vie florale et animale existante.

YOUBI (2003), affirme que le processus de minéralisation de la tourbe existe et a tendance à s'accroître progressivement et qu'il est la conséquence naturelle de perturbations occasionnées par l'intervention anthropique pratiquée au niveau du site, notamment les activités pastorales et le pompage des eaux.

Suite à l'étude de la végétation que nous avons effectuée au lac Bleu (**chapitre IV**), nous affirmons que les phénomènes d'eutrophisation et d'anthropisation existe au niveau de ce

site ; la présence de *Ceratophyllo demersi* - *Nymphaeetum albae* et les données obtenues par les mesures des paramètres physico-chimiques, plus spécialement la conductivité ne peuvent, d'ailleurs, que confirmer l'existence d'eutrophisation. De plus la présence du groupement à *Paspalum distichum* et *Baldellia ranunculoides*, dont *Paspalum distichum* est indicatrice d'anthropisation très avancée, nous confortent dans nos assertions.

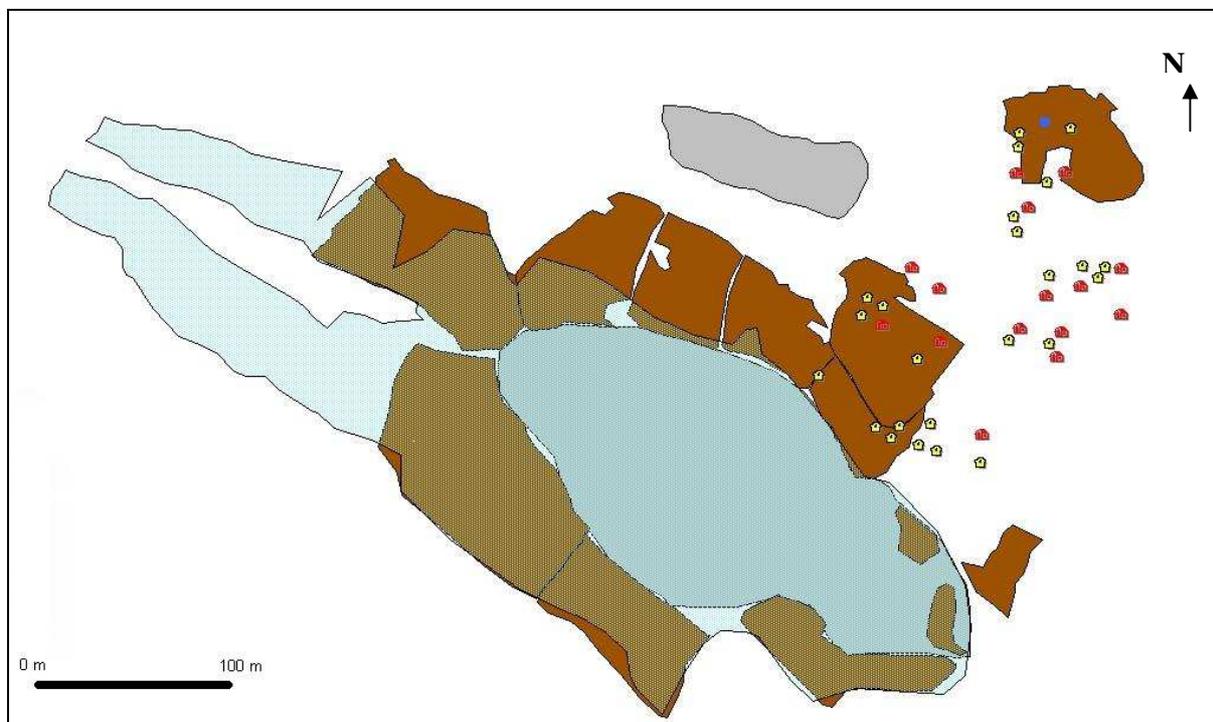
5.1.1.3. L'irrigation des parcelles agricoles

Les parcelles agricoles arables constituées de 5,93 ha sont exploitées durant les saisons printemps - été et sont laissées au repos le reste de l'année. Il faut noter que ces parcelles qui sont installées sur des pentes faibles aux abords immédiats des rives du lac (péri lacustres) (**figure 38**), sont constituées de sol meuble puisque sablonneux et sont, donc, propices à la culture de l'arachide, du maïs et de l'haricot. Ces parcelles sont irriguées grâce à un système de pompage. Six (06) pompes utilisées à cette fin sont recensées. Ils sont mises en marche quotidiennement de 6 heures du matin à 21 heures, avec quelquefois des arrêts de 04 heures (entre 12 heures et 16 heures) (**figure 39**). Les cultures pratiquées sont de fortes consommatrices d'eau, notamment, en saison estivale.

L'utilisation excessive du lac ne provoque pas seulement le phénomène d'eutrophisation, mais elle influe, également, de manière négative sur le niveau de l'eau lorsque l'on sait que le débit d'approvisionnement ne se fait, en dehors de la nappe phréatique que par uniquement l'apport qui provient du ruisseau Sud qui reste limité avec son débit de 100 l/heure mesuré au mois de septembre 2006, lors de notre travail sur le site.

Les engrais qui sont utilisées par les exploitants sont le fumier et le NPK. L'utilisation excessive de ce dernier (phosphate et nitrate en particulier) a accentué, probablement, une eutrophisation rapide des eaux du lac.

D'une superficie de 2,904 ha mesurée en été 2006 lors de notre étude de terrain, la superficie des parties inondables est de 9,53 ha. Notons que l'inondation met hors service 50% de la superficie des parcelles agricoles, soit environ 03 ha (**figure 38**).



Légende

- | | | | |
|---|--------------------|---|--------------------------------|
|  | Parties inondables |  | Parcelles agricoles |
|  | Habitations |  | Parcelles agricoles inondables |
|  | Bergeries |  | Lac |
|  | Nechâa |  | Emplacement du puits |

Figure 38: Localisation et limites des parcelles agricoles, de la zone inondable, des habitations, des bergeries et du puits.



Photo A : Pompe émergée au niveau de la rive Sud-Ouest.



Photo B : Pompe dissimulée dans la végétation au Sud du lac



Photo C : Pompe émergée sur la berge Nord-Ouest, voir en arrière plan une parcelle agricole.

Figure 39: dispositif de pompage au niveau du lac Bleu.

5.1.1.4. Rejet des eaux domestiques usées

Le site étant exempt d'unités industrielles, la pollution au niveau du lac Bleu reste limitée aux seules origines domestiques si l'on exclue les engrais (NPK) utilisés pour la fertilisation des terres dont les sols sableux sont très pauvres. La présence de *Nymphaea alba* et *Lemna minor* indicatrices de milieux peu pollués pourrait être considéré comme l'un des facteurs qui viendrait renforcer nos assertions.

De plus, depuis maintenant près de 5 ans toutes les eaux usées domestiques de l'ensemble des habitants sont directement déversées dans le lac. Avant cette époque, les eaux du lac étaient très propres. Leur limpidité était telle que les riverains s'en servaient pour leur consommation sans hésitation. Aujourd'hui, malheureusement, ce n'est plus le cas ; les rares habitants qui continuent d'utiliser l'eau du lac pour leur consommation procèdent, systématiquement, à son ébullition.

5.1.1.5. L'exploitation de la matière végétale

Le Typha du lac Bleu qui forme avec le Phragmite et les autres hélophytes une belle roselière qui attire, généralement, l'avifaune existante dont certaines espèces sont inféodées à ce type de milieu pour leur nidification telle que la Poule d'eau et l'étagement qu'elle fait avec la Nupharaie offre à ce milieu sa particularité et garantit la quiétude nécessaire aux espèces aviennes. De plus le Typha constitue avec le Phragmite et les autres hélophytes un bassin d'épuration qui limite la pollution générée par les eaux usées domestiques. Or, malheureusement, à la fin de sa croissance cette roselière est, systématiquement, arrachée dans sa totalité par les riverains qui l'utilisent pour le renforcement de la toiture des bergeries, dénaturant, ainsi, complètement le site.

5.1.1.6. Les ressources pastorales et le surpâturage

En raison des conditions climatiques favorables et probablement du fait des traditions socioculturelles, l'élevage des ovins et surtout des bovins est pratiqué au niveau du lac Bleu.

Un total de 24 bergeries est utilisé comme étables. Elles possèdent une capacité d'accueil individuelle maximum de 03 têtes, accueillant un effectif global de bovins estimé à environ 72 têtes. L'effectif des ovins dont la présence est notée, reste, pour ce qui le concerne, inférieur à celui des bovins.

Le surpâturage provoqué, notamment, par les bovins peut entraîner des conséquences néfastes et assez graves à la fois mécaniques (tassement du sol) et biologiques (disparition d'espèces végétales), ce qui conduit, inévitablement, à un appauvrissement de la flore de la région.

L'utilisation de plus en plus poussée du sol par l'homme (culture, élevage, urbanisation) entraîne la diminution et souvent l'extinction de beaucoup d'espèces, en commençant par les plus rares.

A ce propos, l'étude de YOUNG (2003), sur les macrorestes végétaux a conclu que le site d'étude est soumis au phénomène d'entassement compte tenu de l'absence de tourbe dans les 30 premiers cm de surface.

5.1.1.7. Les coupes du bois

Ne pouvant faire face, pour leurs besoins domestiques quotidiens (préparation des repas journaliers, réchauffe durant la saison hivernale etc.), au coût de revient excessif du gaz butane qu'ils sont obligés d'acheter en ville et d'acheminer jusqu'à domicile en louant un moyen de transport, les riverains s'adonnent à la coupe du bois des arbres de manière irrationnelle ce qui risque de provoquer à long terme un appauvrissement de la végétation arborée autour du plan d'eau.

5.1.1.8 Le braconnage

Bien que les riverains n'aient pas reconnus implicitement s'adonner à la pratique du braconnage, il n'en reste pas moins que des entretiens que nous avons eu avec eux, on peut en déduire que non seulement cette pratique existe mais que les enfants s'adonnent au pillage des nids par le ramassage des œufs, notamment pour ce qui concerne la Poule d'eau.

Cette pratique dont l'ampleur reste difficile à déterminer est néanmoins un facteur certain de perturbation de l'avifaune nicheuses existante dans le parc ; et la pression née de cette situation imputable au facteur humain vient s'ajouter aux autres facteurs d'altération. Ce phénomène est illicite et fait l'objet d'une réglementation stricte au niveau de toute aire protégée.

5.1.2. Le milieu humain

La population occupant le lac Bleu qui est constituée de la famille ATI, est implantée sur le site depuis bien avant l'indépendance et comprend, à ce jour, 100 personnes. Les terres qu'exploite cette famille moyennant 50% du produit de la récolte, appartiennent à un particulier habitant la ville.

Le niveau d'instruction de l'ensemble des riverains ne dépasse pas, globalement, celui du primaire avec quelquefois un niveau moyen et à de très rares exceptions secondaire. Pour ce qui est de la qualification professionnelle, nous avons noté la présence de jeunes qui sont qualifiés pour la pêche et la réparation des filets de pêche travaillant, généralement, au lac Mellah ; il y a aussi des maçons alors que certains assurent le gardiennage à l'Office National de Développement de la Pêche Aquatique (ONDPA). Nous avons pu noter, également, que quelques uns (02) se sont engagés comme militaires.

Durant la saison hivernale, les riverains sont contraints à l'exploitation de petits jardins localisés à même leurs maisons où ils cultivent, généralement, de la pomme de terre, de l'oignon, des navets, des carottes, des petits pois, de la salade, du persil etc. L'exploitation de ces jardins est motivée par le fait que durant cette période hivernale 50% de la superficie des parcelles agricoles, (soit environ 03 ha), sont inondés.

Concernant un éventuel déplacement des riverains du lac Bleu vers un autre site non protégé, nous avons questionnés les riverains à ce sujet. Cette possibilité a été différemment appréciée. Si la frange jeune a émis le désir de quitter les lieux, vu la non rentabilité du travail de la terre

et l'absence de chance d'émancipation sociale, ceci à condition que leur soit assuré un logis et un travail ainsi que la proximité d'un centre de formation professionnelle ; l'avis de la frange des personnes âgées, quant à lui, est partagé. Certains exigent un déménagement collectif et à condition qu'ils soient implantés dans une autre exploitation agricole qui leur assure logis et terres à exploiter ; d'autres préfèrent rester sur place tout en souhaitant des améliorations dans les conditions de transport et d'approvisionnement en eau potable.

5.1.3. Les habitations

La population riveraine du lac Bleu dont le nombre est, rappelons le, de 100 personnes est répartie sur un total de 15 maisons. Ces habitations sont toutes situées sur le côté Nord du lac, à proximité de la piste et dans une zone à l'abri des vents et des risques d'inondations (**figure 38**).

5.2. Recommandations

Le lac Bleu, réserve intégrale dans le P.N.E.K, ce lac naturel d'eau douce entouré d'un épais cordon dunaire et d'une forêt humide, est un exemple représentatif d'une zone humide naturelle rare, voire unique, de la région méditerranéenne.

La présence d'espèces végétales rares ainsi que celles d'odonates et des associations végétales nouvelles décrites pour la première fois au niveau de ce lac dénote, sans aucun doute, de l'intérêt de ce site, de sa grande diversité et de sa richesse indéniable.

L'importance de ce lac nous commande de demander que lui soit accordée plus d'attention pour une meilleure conservation et afin de maintenir en l'état d'équilibre naturel qui est, actuellement, dans une situation dangereuse parce qu'il est menacé par les actions humaines néfastes et nous semble t-il parce qu'il fait l'objet d'une indifférence ou du moins d'une insuffisance d'attention de la part des pouvoirs publics.

La préservation et le maintien du lac Bleu dans son état d'équilibre naturel lui assurerait, sans nul doute, un rôle de site de recherches scientifiques et pourrait permettre la promotion de la sensibilisation et l'éducation environnementale aux enfants, car sa richesse faunistique et floristique, sa beauté, sa modeste superficie et son accès facile le prédispose parfaitement à ce rôle.

Pour une meilleure conservation de ce lac, nous proposons quelques recommandations sous forme d'actions à mener :

5.2.1. Les recherches scientifiques

Le lac Bleu a fait l'objet de très peu de travaux scientifiques, leur multiplication est nécessaire afin de mettre à jour les différentes composantes du milieu qui nous permettront de mieux cerner le fonctionnement et la dynamique de ce lac et pouvoir détecter à tout moment tout problème ou risque mettant en danger l'équilibre naturel du site.

L'étude et l'évaluation de la relation hydrologique entre le lac et le forage de la nappe dunaire de Bou Malek sont des mesures prioritaires. Si une relation directe est établie, il sera nécessaire de contrôler les quantités d'eau prélevées pour éviter l'assèchement du site.

5.2.2. Mesure et identification des types de pollution

L'étude de l'aspect socio-économique du lac Bleu que nous avons traité dans le chapitre 5 précédent, nous a laissé supposer une probable pollution des eaux du lac soit par les rejets des eaux domestiques usées et / ou par l'utilisation des engrais. Partant de ces faits, nous estimons qu'il est urgent de vérifier l'état de ces eaux et de savoir quel est le type d'une éventuelle pollution au niveau de ce lac. Est-elle chimique (engrais) ou organique (égouts, habitations)? Il y a donc nécessité d'effectuer des analyses physico-chimiques et bactériologiques de l'eau.

5.2.3. Réseau d'assainissement

Les canalisations dont l'existence remonte à 5 ans et suite à l'installation desquelles un changement notable de l'état des eaux du lac a été remarqué doivent, à notre avis impérativement, connaître une solution par le changement de l'emplacement du déversement.

5.2.4. Résolution du problème d'approvisionnement en l'eau

L'un des problèmes primordiaux responsables de l'eutrophisation des eaux du lac est représenté par les activités domestiques des riverains à même les rives du lac (lessive), il est nécessaire de remettre en l'état, le système de conduite qui les desservait récemment (2005) et de veiller à la qualité du matériel utilisé pour éviter une rapide usure. La contribution des riverains qui ont prouvé par le passé leur disponibilité à y participer en tentant par leurs propres moyens de réaliser (sans toutefois y réussir) un puits pourrait être sollicitée.

5.2.5. Le suivi de l'évolution du bétail

Afin de préserver l'état d'équilibre du site, il est nécessaire, également, de procéder à un suivi de l'évolution du cheptel existant en fixant un seuil pour la charge pastorale tolérée sur les berges, ce qui permettrait, d'un autre côté, de rappeler et d'appuyer les conclusions de l'étude de YOUBI (2003), quant à l'existence du phénomène d'entassement.

5.2.6. Assainissement de la situation autour du lac

Parmi les actions à entreprendre afin de sauvegarder le site d'étude actuellement agressé par la présence et les activités des riverains, il serait recommandable soit :

1. de changer le statut actuel des terres qui sont privées en statut de terres étatiques.
2. de réglementer l'usage de ces terres et le pompage des eaux.

5.2.7. Sensibilisation des riverains

Une fois le problème de l'approvisionnement en eau résolu, il serait alors plus aisé de mener des campagnes de sensibilisation des riverains sur l'importance des zones humides en général et surtout sur le danger de minéralisation des eaux qui favorise une rapide augmentation du phénomène d'eutrophisation et qui est provoquée par les activités domestiques et pastorales ainsi que par le pompage des eaux.

L'arrachage de la Typha devrait faire l'objet d'une interdiction absolue au vu du rôle qu'elle joue avec les autres hélrophytes en tant que bassin d'épuration limitant la pollution générée par les eaux usées domestiques.

La destruction de la roselière qui constitue une association végétale rare, décrite pour la première fois en Algérie est dommageable pour la valeur patrimoniale du site ; c'est pourquoi

des campagnes de sensibilisation sont indispensables afin de sauvegarder cette richesse naturelle.

L'étude de l'aspect socio-économique nous amène à conclure que le problème au niveau du lac Bleu reste essentiellement un problème anthropique. De ce fait, nous proposons de faire procéder au déménagement des riverains d'autant que leur nombre est restreint et parce que la majorité, composée de jeunes, est favorable à un déménagement vers un lieu où les conditions de vie et d'émancipation sont mieux réunies, surtout que ces terres ne leur appartiennent pas.

Ensuite, il faudrait penser à procéder au rachat de ces terres privées par les autorités locales ou à trouver une autre formule avec le propriétaire par un éventuel remplacement de l'équivalent de ces terres dans un autre lieu.

Le site avec son nouveau statut pourrait alors devenir un lieu exemplaire d'éducation environnementale aux enfants et un site de recherches scientifiques remarquable.

DISCUSSIONS ET CONCLUSION GENERALE

Discussions et conclusion générale

Les zones humides qui constituent des écosystèmes remarquablement riches sont en même temps très fragiles. Elles nécessitent, donc, une gestion efficace afin de garantir leur conservation. De ce fait, la parfaite connaissance du fonctionnement de ces milieux qui est indispensable ne peut se faire que grâce à l'étude de leurs différentes composantes, notamment la végétation qui constitue une composante essentielle des zones humides et qui permet, très souvent, de les caractériser et de les classer. C'est à cette fin que l'étude de la végétation du lac Bleu a été effectuée par le biais de l'approche phytoécologique, phytosociologique et cartographique. L'aspect socioéconomique a été également abordé dans cette étude.

L'étude que nous avons menée a eu, donc, pour premier objectif la connaissance de la végétation du lac Bleu et principalement la végétation aquatique ainsi que son écologie, en vue du maintien de la richesse naturelle du site et le développement respectueux de l'environnement ainsi que l'exploitation rationnelle de ce lac par les riverains.

Les principaux résultats obtenus lors de cette étude peuvent être présentés comme suit :

Les mesures des paramètres physico chimiques des eaux, et spécialement la conductivité effectués au lac Bleu ont prouvé que le site d'étude est un lac d'eau douce eutrophe (avec une valeur de **249,55 μ S/cm.**), tout comme le sont les lacs Tonga et lac des Oiseaux dans la même région.

Concernant l'analyse floristique, l'échantillonnage systématique nous a permis de recenser 38 espèces végétales dont 10 espèces au niveau des dunes et 28 espèces au niveau du lac Bleu et ses alentours ainsi qu'au niveau de la Nechâa du lac Bleu. Ces espèces appartiennent à 25 familles botaniques ; 31, 57% d'entre elles sont considérées comme assez rares, rares et rarissimes. Cette rareté dénote, sans doute, la richesse floristique du site et suggère une fragilité qui risque d'entraîner la perte de ce patrimoine particulier.

Les types biologiques de la végétation aquatique caractérisant le lac Bleu sont au nombre de quatre (04) avec une nette dominance de deux types, les hélrophytes qui totalisent 57,14% et les hydrophytes qui représentent 23, 80%. Le reste des espèces sont des phanérophytes et des hémicryptophytes avec 09,52% chacune ; alors que les types biologiques de la végétation de la pelouse sont au nombre de deux (02), dominés par les petites hélrophytes qui totalisent 86% ; viennent ensuite les thérophytes avec 14%.

Les espèces de la végétation aquatique sont d'origines biogéographiques très variées qui sont au nombre de onze (11). Notons la dominance de trois origines d'entre elles, à savoir, les espèces sub-cosmopolites avec 23 % suivies par les espèces cosmopolites avec 18 % et les eurasiatiques représentées par 14 %. Les espèces de la pelouse ont 05 origines biogéographiques, avec une dominance marquée pour les espèces Méditerranéennes et Atlantico - Méditerranéennes (28,57 % chacune).

Cette diversité biogéographique des espèces ainsi que leur rareté souligne l'originalité de ce site et lui confère une valeur patrimoniale élevée.

Le traitement des données quant à lui a été fait selon : l'approche phytoécologique, l'approche numérique, l'approche phytosociologique et l'approche cartographique.

Pour mettre en évidence la relation entre la répartition des différentes espèces aquatiques du lac Bleu et les conditions du milieu, nous avons mesuré la profondeur de l'eau.

L'approche phytoécologique qui a permis d'analyser la distribution des 18 espèces retenues sur les 38 recensées dans les différentes classes de profondeur, grâce aux profils écologiques en fréquences relatives et corrigée.

Selon les fréquences relatives, il apparaît que presque la moitié des espèces ont pour préférence la classe 4, soit 44% des espèces retenues, vient ensuite la classe 3 avec 33%, suivie de la classe 2 avec 17%, puis finalement la classe 5 avec seulement 6%.

En nous basant sur les fréquences corrigées, la méthode phytoécologique nous a permis la détermination de quatre (04) groupes écologiques qui sont :

- le groupe d'espèces indicatrices des moyennes profondeurs (30-60 cm) qui est composé de *Ceratophyllum demersum*, *Lemna minor* et *Iris pseudo-acorus*,
- le groupe d'espèces indicatrices de la classe des 60 à 90 cm de profondeur qui est composé de 06 espèces. Il est dominé par les héliophytes (*Typha angustifolia*, *Galium palustre*, *Lycopus europaeus*, *Leersia hexandra*, *Carex elata*) et *Utricularia vulgaris*, seule hydrophyte,
- le groupe d'espèces indicatrices des fortes profondeurs (90-120 cm). Il est composé de 08 espèces dont 06 sont des héliophytes (*Scirpus lacustris*, *Phragmites australis*, *Lythrum salicaria*, *Polygonum salicifolium*, *Potamogeton trichoides*, *Cladium mariscus* et *Typha latifolia*) et une hémicryptophyte (*Thelypteris palustris*),
- le groupe d'espèces indicatrices des très fortes profondeurs (>120 cm), composé d'une seule espèce *Nymphaea alba*.

Cette approche nous a permis, également, de mesurer la plasticité écologique de chaque espèce vis-à-vis des classes de profondeurs par le calcul de l'amplitude d'habitat et le barycentre. Le calcul de ces deux paramètres nous a permis d'avoir 03 grands groupes :

- le groupe d'espèces généralistes qui exploitent 05 ou 04 classes de profondeurs. Il est composé de 12 espèces soit 66,66% de la totalité des espèces retenues,
- le groupe d'espèces spécialistes qui montre une amplitude sur une seule classe voire débordant légèrement sur une deuxième. Ce groupe est composé de 03 espèces soit 16,16%,
- le groupe d'espèces intermédiaires composé de 03 espèces soit 16,16%.

L'étude comparative que nous avons effectuée et qui a concerné des espèces communes aux lacs des Oiseaux, Tonga, Oubeira et au lac Bleu a montré que les espèces du lac Bleu ont le même comportement que celles des autres lacs.

L'approche numérique dont le traitement des données réalisé sur la base des relevés et des espèces par les deux étapes, (analyse globale et partielle), met en évidence deux gradients écologiques conditionnant la répartition de nos groupements au niveau du site d'étude. Ces gradients sont la profondeur de l'eau et les caractéristiques du substrat relatives à la matière organique.

L'AFC a permis, aussi, de dégager sept groupements végétaux définis et décrits par la méthode sigmatiste de BRUN-BLANQUET.

L'approche phytosociologique nous a permis, elle, de définir et décrire 06 associations dont 04 nouvelles, et une peu connue décrite pour la première fois en Algérie ainsi qu'un groupement végétal qui sont :

- **Ceratophyllo demersi - Potametum trichoidis ass. nov**, localisé au niveau du lac Bleu.
- Ceratophyllo demersi - Nymphaetum albae KADID et al, 2007, localisé au niveau du lac Bleu.
- **Lemno minoris - Ceratophylletum demersi ass. nov**, localisé au niveau de la Nechâa du lac Bleu.
- Thelypterido palustris Phragmitetum australis Kuiper 1957, décrit pour la première fois en Algérie, localisé au niveau du lac Bleu.
- **Caricio elatae - Salicetum pedicellatae ass. nov**, localisé au niveau de la Nechâa lac Bleu.
- Groupement à *Paspalum distichum* et *Baldellia ranunculoides*, localisé au niveau de la pelouse du lac Bleu.
- **Genisto ulicinae-Quercetum cocciferae ass. nov**, localisé au niveau des dunes du lac Bleu.

Ces groupements végétaux se rattachent à 05 classes : Potametea (03 associations), Phragmito-Magnocaricetea (01 association), Salici purpureae - Populetea nigrae (01 association), Molinio - Arrhenatheretea (01 groupement) et Quercetea ilicis (01 association).

Notons que le groupement à *Paspalum distichum* et *Baldellia ranunculoides* indique l'anthropisation et le Ceratophyllo demersi - Nymphaetum albae KADID et al, 2007 décrite pour le lac Bleu indique entre autre l'eutrophisation.

Cette étude a permis de mettre en évidence la très grande diversité des groupements végétaux du lac Bleu et l'existence du phénomène d'anthropisation et d'eutrophisation.

L'approche cartographique s'est avérée un outil synthétique efficace du fait qu'elle nous a permis la description la plus fidèle qui soit de la phytocénose aquatique du lac Bleu dans lequel elle se développe et de combler, également, quelque peu le manque de données sur ce lac.

Nous avons élaboré, de ce fait, 03 cartes :

- Une carte bathymétrique visualisant la profondeur et ses variations, la répartition et la localisation de 07 classes de profondeurs.
- Une carte physiionomique illustrant la morphologie des communautés végétales aquatiques occupant le lac.
- Une carte phytosociologique mettant en évidence le mode de distribution spatiale des quatre groupements végétaux aquatiques occupant le lac Bleu.

Cette approche nous a permis, également, de décrire avec exactitude et de manière précise le lac Bleu et sa Nechâa et de combler de ce fait le manque d'informations sur la bathymétrie de ce site

L'approche cartographique du site d'étude a confirmé la relation de dépendance stricte qui existe entre la végétation aquatique et la profondeur de l'eau qui a été largement relevée au niveau des lacs Tonga (KADID, 1999 et BOUZGHINA, 2001), Oubeira (MIRI, 1996), lac des Oiseaux (CHEROUANA, 1996) ainsi que et le lac Mellah (DJAABOUB, 2002) ; comme elle a permis de mettre en évidence qu'au facteur profondeur, s'ajoute l'action de l'homme qui façonne le paysage au lac Bleu.

L'aspect socioéconomique, que nous avons abordé enfin, a montré que l'équilibre naturel du lac Bleu est affecté, principalement, par des facteurs d'ordre anthropique causés par des activités domestiques des riverains. Une gestion efficace est, de ce fait, nécessaire afin d'assurer le maintien de son équilibre naturel ainsi que la résolution du problème d'approvisionnement en eau qui est l'étape primordiale de cette gestion .Pour ce faire nous avons proposé quelques actions à mener qui constituent les premières suggestions. Toutefois, nous considérons que cet aspect socioéconomique mérite plus d'attention par la réalisation d'une étude socio – économique approfondie.

Notre contribution révèle que le lac Bleu s'avère un milieu unique. Il est exceptionnel par sa beauté paysagère et sa richesse floristique diversifiée et rare mais il reste fragile et menacé. Ce site qui est jusqu'à présent mal connu mérite plus d'attention. Une multiplication des recherches sur ses différents aspects est, à ce stade, nécessaire pour bien le connaître et mieux le protéger car la perte d'une telle entité écologique est dommageable pour notre pays de manière générale et pour la région d'El-Kala de manière particulière.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

1. **AKLI A., 2002** – Caractérisation écologique de l'avifaune nicheuse du pourtour de lac Mellah. Parc National d'El-Kala (W.d'El-Tarf). Thèse. Ing. Agr., I.N.A, El-Harrach, Alger, 64 p.
2. **AMOKRANE S., 2000** – Approche bioécologique d'un poisson semi-marin : l'Anguille d'Europe <<*Anguilla anguilla* Linnaeus 1758>> dans la région d'El-Kala. Thèse. Ing. Agr., I.N.A, El-Harrach, Alger, 80 p.
3. **ANONYME, 2003** – Monographie de la wilaya d'El-Tarf 2002. Direction de la planification et d'aménagement du territoire de la wilaya d'El-Tarf. 31 p.
4. **ANONYME, 2004** – Atlas des zones humides Algériennes d'importance internationale. Tome IV. Direction générale des forêts. Alger. 104 p.
5. **ANONYME, 2005** – Plan de gestion de l'aire marine du Parc National d'El-Kala (W. d'El-Tarf). Projet régional pour le développement d'aires protégées marin et côtier dans la région Méditerranéenne Med M.P.A - PNUE - PAMCARSP. 184 p.
6. **ANONYME, 1998** - Atlas des zones humides algériennes. D.G.F. Alger. 45 p.
7. **AOUAR S. et OUADDA H., 1994** - Contribution à la connaissance des peuplements macrozoobenthiques des sables du lac Mellah (El Kala) : Evolution saisonnière et microrépartition. Thèse. D.E.U.A. I.S.M.A.L. Alger, pp.1- 7.
8. **BARDAT J., BIORET B., BOTINEAU M., BOULLET V., DELPECH R., GEHU J.M., HAURY J., HAURY J., LACOSTE A., RAMEAU J.C., ROYER J.M., ROUX G ET TOUFFET J., 2004** - Prodomes des végétations de France. Muséum national d'histoire naturelle. Paris. 171 p.
9. **BARBERO M., QUEZEL P., ET RIVAZ-MARTINEZ S., 1981** – Contribution à l'étude des groupements forestiers et pré-forestiers du Maroc. Phytosociologia, 9(3). pp : 311-412.
10. **BAREAU H., 1982** - contribution à l'étude phytosociologique des étangs de Dombes. Essai de synthèse des groupement aquatiques et sub aquatiques au niveau européen. Thèse. Doct. Ing. Univ. Paris. Sud. Orsay. 98 p + annexe.
11. **BELHADJ G., 1996** - Contribution à la cartographie des ornithocénoses en Algérie. Atlas de l'avifaune nicheuses du Parc National d'El-Kala. Thèse. Magistère, Scien. Agro., I.N.A, El-Harrach, Alger, 200 p.
12. **BELKHENCHIR S., 1989** – Contribution à l'étude des mammifères dans le Parc National d'El-Kala (stations : dunes de la Messida et Aulnaie du lac Tonga). Inventaire et étude biologique. Thèse. Ing. Agr., I.N.A, El-Harrach, Alger, 54 p.

13. **BENYACOUB S., BENHOUBOU S., BOULAHBEL R., CHABI Y., LOUANCHI A., ROUAG R., 1998** – Plan de gestion du P.N.E.K. et du complexe des zones humides. Projet J.Ef-B.M., 210 p.
14. **BENYACOUB S., 1993** - Ecologie de l'avifaune forestières nicheuse de la région d'El-Kala (nord-est algérien). Thèse. Doct. Univ. Bourgogne, 287 p.
15. **BINET D., GABORIT M., DESSIER A., ET ROUX M., 1972** – Premières données sur les copépodes pélagiques de la région Congolaise. II. Analyse des correspondances. Cahiers de l'OSTROM, ser, oceanogr. 10(2). pp : 125-137.
16. **BLAISE S., CAQUET TH., MORETEAU J .C ET SISOEFFI., 1994** – Hydrologie, cours polycopié. Enseignement d'écologie. Licence. Maîtrise. Univ. Paris – Sud XI. centre d'Orsay. 61 p.
17. **BLONDEL J., 1979** – Biogéographie et écologie : synthèse sur la structure, la dynamique et l'évolution des peuplements de vertébrés terrestres. Masson. Paris. 165 p.
18. **BOULAHBEL R., 1999** - Caractéristiques d'un modèle de peuplement d'oiseaux d'eau nicheurs, cas du lac Oubeira et du lac Mellah. (Parc National d'El-Kala - W. d'El-Tarf).Thèse. Magistère. Univ. Badji Mokhtar. Annaba, 84 p.
19. **BOUMEZBEUR A., 1993** – Ecologie et biologie de la reproduction de l'Eristature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) et du Fuligule nyroca (*Fuligula nyroca*) sur le lac Tonga et le lac des Oiseaux (Est algérien). Thèse. Doc. Montpellier. 249 p.
20. **BOUZGHINA A., 2001** - Cartographie de la végétation aquatique des rives Sud et Sud-Est du lac Tonga. El-Kala (W. d'El-Tarf). Thèse. Ing. Agr., I.N.A, El-Harrach, Alger, 106 p.
21. **BRAUN-BLANQUET J., 1915** – Les Cévennes méridionales (Massif de l'Aigoual). Etude phytogéographique. *Arch. Sc. Phys. et Nat.* Genève.
22. **BRAUN-BLANQUET J., ROUSSINE N. et NEGRE R., 1952** - Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. C.N.R.S. Paris. 297 p.
23. **BREEDLOVE B.W ET DENNIS W.M., 1983** – The use of small-format aerial potography in aquatic macrophyton sampling. Ecological assessment of macrophyton: collection use and meaning of data. ASTM Pub.New york. pp 100-111.
24. **BRIANE J.P., 1994** – ANAPHYTO. Manuel d'utilisation (version 1/1/94). Doc. Polyc. Univ. Paris-Sud. Centre d'Orsay. 43 p.
25. **CASPER S.J ET KRAUSCH H.D.,1981** – Süßwasserflora von Mitteleuropa. 1-403p.

26. **CHAIB J., 1992** – Flore et végétation des milieux aquatiques et amphibies de Haute Normandie (chorologie, Phytosociologie, écologie, gestion). Thèse. Doc. Univ. de Rouen - France. 468 p.
27. **CHERIAK L., 1993** – Etude de la reproduction et du développement des Odonates du lac Bleu (El-Kala). Thèse. Magistère. Univ. Annaba. pp 26-33.
28. **CHEROUANA N., 1996** - Contribution à la cartographie et à l'écologie de la végétation aquatique du lac des Oiseaux (W. d'El -Tarf). Thèse. Ing. Agr., I.N.A, El-Harrach, Alger, 102 p.
29. **CORILLION R., 1994** - La flore aquatique du massif armoricain (espèces vasculaires). Description et caractère généraux. E.R.I.C.A. N°5. 103 p.
30. **DAGET PH., GODRON M. et GUILLERM JL., 1970** - Profils écologiques et information mutuelle entre espèces et facteurs écologiques. Application à l'inventaire écologique des hautes Tatras (Tchécoslovaquie). Comm. Assoc. Int. Phytos. Rintel - sur-Weser. 32 p.
31. **DAGET Ph., GODRON M. et GUILLERM J.L., 1972** – Profils écologiques et information mutuelle entre espèces et facteurs écologiques. 14^{ème} Symp. Ass. Int. Phytosoc. Rintelm.1970. Verlog. Dr.W. Junk. N. V. Den Haag. pp 121 – 149.
32. **DARMELLAH H., 1989** - Contribution à l'étude de la reproduction du Héron garde-bœuf (*Bubulcus ibis L*) au niveau du marais de Bou Redim (PNEK). Thèse Ing. Agr., I.N.A, El-Harrach, Alger. 67 p.
33. **DAUDON M., 1992** – Etude des communautés à héliophytes de la réserve naturelle de Cherine (Brenne) : impact du pâturage extensif et d'autres modes de gestion. Thèse. Doc. Univ. Paris- sud. Centre d'orsay. 181 p + Annexe.
34. **DE BELAIR G., 1990** - Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre écosystèmes lacustres et marécageux (El-Kala, Est - Algérien). Thèse. Doc. Univ. Sc. Tech. Languedoc. France. 193 p + annexe.
35. **DE LANGHE JE., DELVOSALLE L., DUVIGNEAUD J., LAMBINON J. et VANDEN BERGHEN C., 1983** - Nouvelle flore de la Belgique, du grand Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines (Ptéridophytes et Sêrmatophytes). 3^{ème} Ed. Patrimoine du jardin botanique national de Belgique. Meise. 1016 p.
36. **DEN HARTOG C., ET SEGAL., 1964** – A new classification of the water plant communities. Acta.Bot.Neerlandica.13. pp.43-63.
37. **BINET D., GABORIT M., DESSIER A., et ROUX M., 1972** – Premières données sur les copépodes pélagiques de la région congolaise. II. Analyse des correspondances. Cahier de l'OSTROM, ser, Océanogr., 10(2). pp 125 – 137.

38. **DJAABOUB S., 2002** - Etude de la végétation aquatique du lac Mellah (El-Kala. W. d'El-Tarf). Thèse. Ing. Agr., I.N.A, El-Harrach, Alger, 60 p.
39. **DJEBAILLI S., 1978** – Recherche phytosociologique et écologique sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien algériens. Thèse. Doct. Univ. Sci. Tech. du Languedoc. Montpellier. 176 p.
40. **DOUKHEDCHA M., 1999** – Typologie des zones humides de la Numidie. Thèse. Ing., spécialité, écologie, Univ. Annaba. pp. 22-49.
41. **DUHAMEL F., GUILLON M., FOUCAULT B, JULVE PH, PETIT D et WATTEZ J.R., 2007** – Guide des végétations des zones humides de la région Nord - Pas de Calais. Tome 1 : végétations aquatiques et hygrophiles. Centre régional de phytosociologie. Agrée conservatoire botanique de Bailleul. 624 p
42. **EMBERGER L., 1971** - La végétation de la région méditerranéenne (essai d'une classification des groupements végétaux). In «Travaux de botanique et d'écologie». Ed, Masson et Cie. Paris. pp. 25-50.
43. **FARSI B., 1996** - Contribution à l'étude de l'évolution floristique et structurale d'une forêt de chêne liège incendiée (région d'El-Kala). Thèse. Ing. Agr., I.N.A, El-Harrach, Alger, 62 p.
44. **FELTZINES J. C., 1982** – Etude dynamique, sociologique et écologique de la végétation des étangs du centre - Est de la France. Importance de la compétition interspécifique dans l'organisation de la végétation et la distribution des espèces et des associations. Thèse. Doc. Es. Sciences naturelles. Univ. Sc. Tech. Lille. 498 p.
45. **FELZINES J.C., ROYER J.M., MISSET C., ET THEVENIN S., 2006** – Synopsis commenté des groupements végétaux de la Bourgogne et de la champagne Ardenne. N°62. Bulletin de la société botanique du centre Ouest. France. 394 p.
46. **FREITAG H., MARKUS C.M ET SCHWIPPL L., 1958** – Die Wasser und Sumpfpflanzengesellschaften im Magdeburger Urstromtal Südlich des Fläming. *Wiss. Z. Päd. Hochsch.* Postdam, Math. Nat. pp, 4,65-92.
47. **GAUTHIER-LIEVRE L., 1931** - Recherche sur la flore des eaux continentales de l'Algérie et de la Tunisie. Mémoire de la société d'histoire naturelle d'Afrique du Nord. 299 p.
48. **GEHU J.M., 1992** - Réflexion sur les fondements syntaxonomiques nécessaires à une synthèse des végétations à l'échelle du continent européen et esquisse d'un système dans l'optique de la phytosociologie Braun-Blanqueto-Tüxennienne. Ebauche de synsystème pour la France. *Annali di Botanica*. L. pp 131-146
49. **GEHU J.M. Et RIVAZ-MARTINEZ S., 1981** - Notion fondamentale de phytosociologie. *Ber. Int. Symp. Syntaxonomie*. pp. 1-33.

50. **GEHU J.M., DE FOUCAULT B., DU VIGNEAUD J., JULVE PH. , PROVOST M. ET WATTEZ J-R., 1988** – La végétation aquatique et amphibie des étangs de la Brenne. Originalité, problèmes de gestion et de conservation. Coll. phytosoc. phytosociologie et conservation de la nature. Strasbourg, 1987.XV pp 635-666.
51. **GOUNOT M., 1969** - Méthode d'étude quantitative de la végétation. Masson. Paris. 314 p.
52. **GOUNOT M., 1958** – Contribution à l'étude des groupements végétaux messicoles et rudéraux de la Tunisie Ann. Serv. Bot. Agron. Tunisie. 31. pp 1 – 282.
53. **GUILLERM J., 1971** - Calcul de l'information fournie pour un profil écologique et Valeurs indicatrices des espèces. Oecol. Plant. 6. pp 209-225.
54. **GUINOCHET M., 1973** – La Phytosociologie. Collection d'écologie- Ed Masson et Cie Paris 227 p.
55. **GUINOCHET M., 1980** – Essai sur quelques syntaxons des Cisto-Rosmarinetea et des Quercetea ilicis d'Algérie et de Tunisie. Phytocoenlogia 7. pp : 436-466.
56. **HADJADJ – AOUL S., 1991** – Les peuplements de *Tetraclinis articulata* sur le littoral Oranais (Algérie). Ecologia Mediterranea, VXII. pp : 63-78.
57. **HAMZA A. et SLIMANI S., 1990** - Contribution à l'étude des oiseaux d'eau hivernant dans le lac Mellah (PNEK). Thèse. Ing., spécialité, écologie, Univ. Annaba. pp. 17-23.
58. **HASLAM S.M., 1969** – The developpement and emergence of buds in *Phragmites communis* .Trin. Ann. Bot.33 : pp 289-301.
59. **HESLOP-HARRISSON Y., 1955** – *Nymphaea alba* L. em.Sm. (nom.conserv). Biological flora of the British Isles. *J. Ecol.* 43: 719-734.
60. **JULVE Ph., 1993** – Synopsis phytosociologique de la France (communautés des plantes vasculaires). **LEUJEUNIA. NS.** N° 140 – 160 p.
61. **KADID Y., 1989** - Contribution à l'étude de la végétation aquatique du lac Tonga. Parc National d'El-Kala. Thèse. Ing. Agr., I.N.A, El-Harrach, Alger, 106 p.
62. **KADID Y., 1999** - Contribution à l'étude des phytocénoses aquatiques du lac Tonga, El-Kala (W. D'El-Tarf). Thèse. Magistère., Scien, Agro, I.N.A, El-Harrach. Alger. 161 p.
63. **KADID Y., THEBAUD G., PETEL G. & ABDELKRIM H., 2007** - Les communautés végétales aquatiques de la classe des *Potametea* du lac Tonga, El-Kala, Algérie. *Acta Bot. Gallica*, 154 (4), 597-618.
64. **KENT M., ET COCKER P., 1992** – végétation description and analysis. A practical approach. Belhaven. Press. London. 363 p.

65. **LABOUDI B. et OULMOUHOU B S., 1999** - Etude synchronique et diachronique d'une Subéraie incendiée dans la région d'El-Kala. Thèse. Ing. Agr., I.N.A, El-Harrach, Alger, 86 p.
66. **LHERITIER J.N., DE BUSSCHE M., ET LEPART J., 1979** – L'avifaune nicheuse du reboisement de Pin noir du Causse Méjean. L'oiseau et la R.F.O3. pp. 157-211.
67. **LONG G., 1968** – Conception générale sur l'intégration des études de la végétation et son écologie. Programme biologique international (PIB). Réunion technique sur la conservation de la nature et l'écologie de la région méditerranéenne occidentale (section CI), Hammamet, Tunisie. pp 13 – 26.
68. **MAIGNIEN R., 1980** – Manuel pour la description des sols sur le terrain O.R.S.T.O.M. PARIS. 112 p.
69. **MARRE A., 1987** - Etude géomorphologique du tell oriental algérien du Collo à la frontière tunisienne. Thèse. Doct. Univ. D'Aix- Marseille. 559 p.
70. **MEDDOUR R., 1994** – Contribution à l'étude phytosociologique de la portion centro-orientale du Parc National de Chréa. Essai d'interprétation synthétique des étages et des séries de végétation de l'Atlas Blidéen. Thèse. Magistère., Scien, Agro, I.N.A, El-Harrach, Alger, 330 p.
71. **MEKKI M., 1998** – Etude comparative de l'écologie de quatre dépressions dunaires du Nord-Est Algérien. Thèse. Ing., spécialité, écologie, Univ. Annaba, 51 p.
72. **MERIAUX J.L., 1978** – Etude analytique et comparative de la végétation des étangs et des marais du Nord de la France (vallée de la Sensée et bassin Hoiller du Nord – Pas de Calais). Aspects physiologiques, floristiques, chorologiques et écologiques. Doc. Phytosc. III. 244 p.
73. **MERIAUX J. L. ET WATTEZ J.R., 1983** – Groupements végétaux aquatiques et sub aquatiques de la vallée de la Somme. Colloques phytosociologiques. végétation aquatique et amphibie. Lille, 1981. X. pp 369-413.
74. **MESLEARD F. ET PERENNOU C., 1996** – La végétation aquatique émergente .Ecologie et gestion. Conservation des zones humides méditerranéennes. *MedWet*. Tour du Valat. France. 86 p.
75. **M'HIRIT O., 1982** – Etude écologique et forestière des cédraies du rif marocain. Thèse. Doct. Es. Sci. Nat. Univ. Aix – Marseille 502 p.
76. **MIRI Y., 1996** - Contribution à la connaissance des ceintures de végétation du lac Oubeira (PNEK). Approche phytoécologique et analyse de l'organisation spatiale. Thèse. Magistère., Scien, Agro, I.N.A, El-Harrach, Alger 89 p.
77. **MOKRANE N., 1999** – Cartographie de la végétation aquatique de la rive Ouest du lac Tonga (El-Kala). Thèse. Ing. Agr., I.N.A, El-Harrach, Alger, El-Harrach. 61 p.

78. **MOLINIER R., et VIGNES P., 1971** – Ecologie et biocénétique. Delachaux et Niestlé. Paris. 435 p.
79. **MONTEGUT J., 1987**- Milieu aquatique et flore E.N.S.H. Versailles. 30 p.
80. **NEFFAR F., 1991** – Contribution à l'analyse phyto-écologique du lac Bleu (Vieille Calle). Thèse. Ing., spécialité, écologie, Univ. Annaba. 71 p.
81. **OZENDA P., 1986**- La cartographie écologique et ses applications. Ed. Masson., Paris, 155 p.
82. **PASSARGE H., 1996** - Pflanzengesellschaften nordost deutschlands (j.cramer). I. Hydro und Therophytosa. 298 p.
83. **PODLEJSKIV V., 1982** - Phenology and Seasonal above ground biomass in two *Scirpus maritimus* marshes in the Camargue. Fol. Geobot. Phytotax. Praha. 17. pp 225-236.
84. **QUEZEL P. et SANTA S., 1963** - Nouvelle flore de l'Algérie et de ses régions désertiques méridionales. C.N.R.R. Paris. 1170 p.
85. **RAMADE F., 1984** – Eléments d'écologie, écologie fondamentale. Me. Graw. Hill. Paris. 397 p.
86. **RAMEAU J.C., 1987**-Contribution phytoécologique et dynamique à l'étude des écosystèmes forestiers. Applications aux forêts du Nord – Est de la France. Thèse. Doct. Es. Sc. Nat. Univ. De Franche Comte. 334 p.
87. **RIVAS-MARTINEZ S., FERNANDEZ-GONZALEZ F., LOIDI G., LOUSA M. et PENAS A., 2001** - Itinera geobotanica. Vol 14. Association espanola de fitosociologia (A E F A). 341 p.
88. **RIVAS-MARTINEZ S., DIAZ T.E., FERNANDO-GONZALEZ F., LOIDI J., LOUSA M ET PEAS A., 2002** – Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. part II. Itinera Geobotanica, 15(2). pp 433-922.
89. **ROUSSEL B., 1987** – Les groupements végétaux hydrophiles, hygrophiles et ripicoles d'une région Sahélienne (L'Ader Douchi, République du Niger). Thèse. Doc. es. Univ. Blaise. Pascal de Clermont-Ferand. 294 p.
90. **SADKI N., 1988** : Contribution à l'étude des groupements à Olivier et Lentisque de la région d'Annaba. Essai phytoécologique. Thèse. Magistère, Spécialité, écologie. Univ. Sc. Tech. Houari Boumediene (U.S.T.H.B). Alger. 213 p.
91. **THOEN D., ROUSSEL L. ET NICOLAS J., 1996** – Etude des groupements de macrophytes vasculaires aquatiques de la Semois en rapport avec la qualité globale des eaux et du milieu. écologie. 27 (4). pp 223-232.

92. **THOMAS J.P., 1975** – Ecologie et dynamique de la végétation des dunes littorales et des terrasses sableuses quaternaires de Jijel à El-Kala, Est algérien. Thèse. Doc. Univ. Sc. Tech. Languedoc. 104 p.
93. **VAN DIJIK G ET LEDANT J P., 1983** – La valeur ornithologique des zones humides de l'Est algérien. Biological conservation 26. pp 215-226.
94. **VEIVICKA V., 1981** – Plantes du bord de l'eau et des prairies. Grund. Paris. 224 p.
95. **YOUBI M., 2003** – Essai d'isolement et d'identification des Macro restes végétaux, fossiles des sols tourbeux du complexe humide d'El-Kala (cas du lac Okrera et du lac Bleu). Thèse. Ing., spécialité, écologie, Univ. Annaba, pp 39-45.

ANNEXES

Annexe 01 : Liste des taxa faunistiques du lac Bleu

Embranchement	Classe, Ordre ou Famille	Taxon
Chordata	Pisces, Cyprinodontae	Aphanius fasciatus
	Amphibia	Pseudophoxinus callensis Bufo mauritanicus Rana saharica Discoglossus pictus
Arthropoda	Insecta, Ephemeroptera	Larves d'Ephéméroptères
	Insecta, Odonata	Larves de Zygoptères Larves d'Aeshnides Larves de Libellulides
	Insecta, Hemiptera	Hydrocyrius columbiae Corixa panzeri Hesperocorixa linnaei Hesperocorixa furtiva Sigara sp. Larves de Corixides Micronecta sholtzi Micronecta sp Naucoris maculatus Anisops sardea Plea minutissima Gerris thoracicus Mesovellia vittigera Cybister tripunctatus Cybister senegalensis Cybister bimaculatus Cybister lateralimarginalis Cybister vulneratus Notonecta obliqua Mesovellia vittigera Gerris thoracicus
	Insecta, Coleoptera	Cybister tripunctatus Cybister senegalensis Larves de Cybister Berosus signaticollis Hydrous piceus Hygrobia tarda Hyphydrus aubei Laccophylus hyalinus Coléoptère ind.sp2 Coléoptère ind.sp 3 Coléoptère ind.sp 5 Coléoptère ind.sp 6 Coléoptère ind.sp 7 Coléoptère ind.sp 8 Coléoptère ind.sp 9 Coléoptère ind.sp 12 Coléoptère ind.sp 13 Coléoptère ind.sp 14 Coléoptère ind.sp 17 Coléoptère ind.sp 21 Coléoptère ind.sp 23 Larves de coléoptères
	Insecta, Diptera	Larves de Culicidés
	Arachnida, Aranea	Araignées
Crustacea, Isopoda	Asellus sp	
Mollusca	Gastropoda	Planorbidae Autres Gastropoda
Annelida	Hirudinae	Hirude Sp

Source : Mekki (1998).

Annexe 02 : Matériel utilisé pour la réalisation des relevés floristico-écologiques

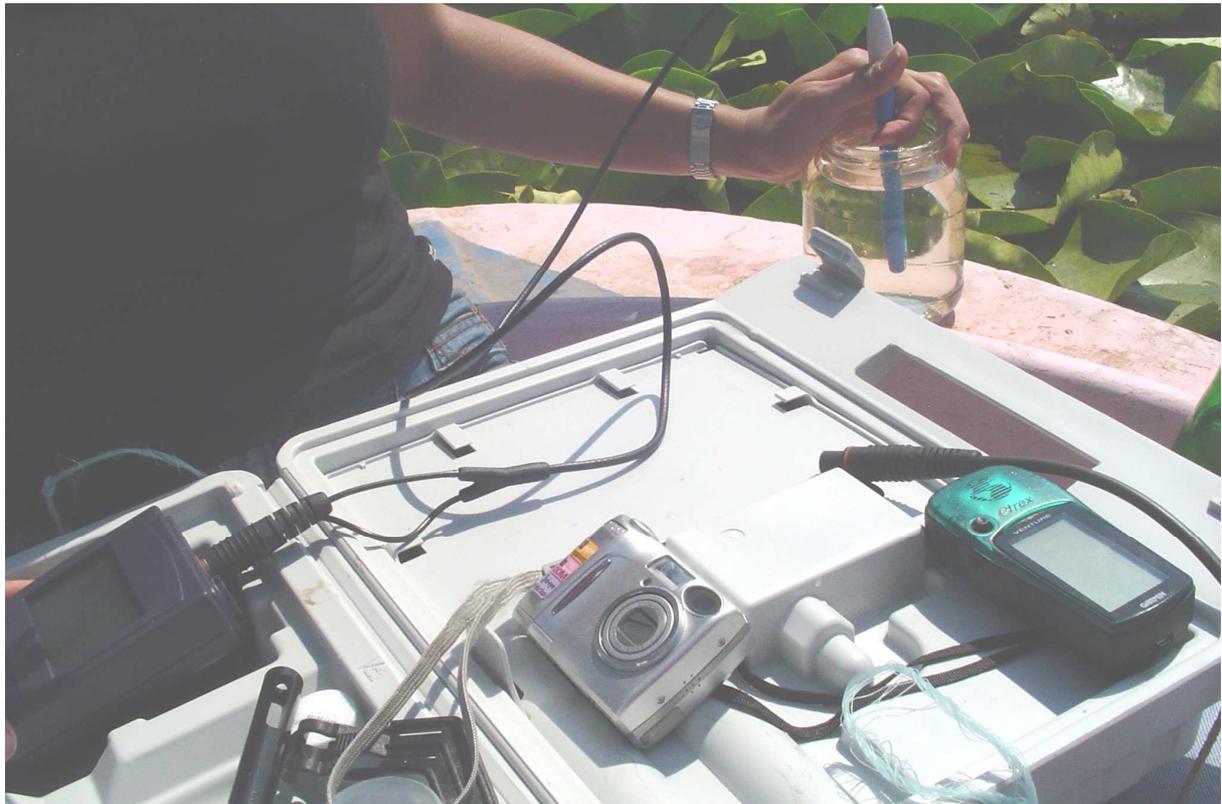


Figure 01 : Matériel utilisé pour la réalisation des relevés floristico-écologiques

Annexe 03 : Liste floristique du lac Bleu.

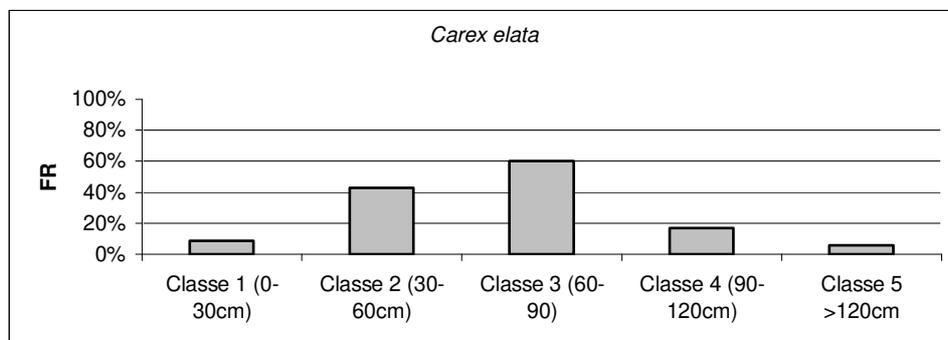
classe	Famille	Espèces	Type biologique		Origine Biogéographique	Degré de rareté
			D. P	Sub .D		
Mono	Alismacées	<i>Baldellia ranunculoides</i>	Hélo	Petite	Atl.Méd	AC
DICO	Bétulacées	<i>Alnus glutinosa</i>	Phanéro		Paléo.Temp	AR
Dico	Primulacées	<i>Anagallis arvensis</i>	Théro		Subcosm	CC
Mono	Cypéracées	<i>Carex elata</i> <i>Cladium mariscus</i> <i>Galium palustre</i> <i>Scirpus lacustris</i> <i>Scirpoides holoschoenus</i>	Hélo Hélo Hélo Hélo Hélo	Grande Grande Petite Grande Petite	Europ Subcosm Euras Cosm Paléo.Temp	RR R C AC CC
Dico	Ceratophyllacées	<i>Ceratophyllum demersum</i>	Hydro	Fixe	Cosm	C
Mono	Arecacées	<i>Chamaerops humilis</i>	Phanéro		W.Méd	CC
Dico	Ericacées	<i>Erica arborea</i> <i>Genista ulicina</i>	Phanéro Nano - phanéro		Méd E.	C AR
Mono	Iridacées	<i>Iris pseudo-acorus</i>	Hélo	Grande	Euras	C
Coniferopsides	Cupressacées	<i>Juniperus oxycedrus</i>	Phanéro		Atl.Circum.Méd	CC
Dico	Labeae	<i>Lavandula stoechas</i> <i>Lycopus europaeus</i> <i>Mentha rotundifolia</i>	Phanéro Hélo Hélo	Grande Petite	Méd Circumbor Atl.Méd	CC AR CC
Mono	Graminées	<i>Leersia hexandra</i> <i>Paspalum distichum</i> <i>Phragmites australis</i>	Hélo Hélo Hélo	Grande Petite Grande	Trop.Subtrop Trop Cosm	R ? C
Mono	Lemnacées	<i>Lemna minor</i>	Hydro	Libre	Subcosm	C
Dico	Lythracées	<i>Lythrum junceum</i> <i>Lythrum salicaria</i> <i>Lythrum tribracteatum</i>	Hélo Hélo Hélo	Petite Petite Petite	Méd Cosm Méd	CC C CC
Dico	Nymphéacées	<i>Nymphaea alba</i>	Hydro	Fixe	Euras	RR
Dico	Oléacées	<i>Olea europaea</i>	Phanéro		Méd	CC
Filicopsides	Osmundacées	<i>Osmunda regalis</i>	Hémicrypt		Sub.Cosm	?
Dico	Anacardiées	<i>Pistacia lentiscus</i>	Phanéro		Méd	CC
Dico	Polygonacées	<i>Polygonum salicifolium</i>	Hélo	Petite	Trop.Méd	AC
Mono	Potamogetonacées	<i>Potamogeton trichoides</i>	Hydro	Fixe	Euras.Af.Austra	AR
Dico	Fagacées	<i>Quercus coccifera</i>	Phanéro		W.Méd	C

Dico	Salicacées	<i>Salix pedicellata</i> <i>Salix purpurea</i>	Phanéro Phanéro		Méd Euras	C AC
Filicopsides	Thelyptéridacées	<i>Thelypteris palustris</i>	Hémicrypt		Subcosm	RR
Mono	Typhacées	<i>Typha angustifolia</i> <i>Typha latifolia</i>	Hélo Hélo	Grande Grande	Sub.Circumb Subcosm	CC AR
Dico	Lentibulariacées	<i>Utricularia vulgaris</i>	Hydro	Fixe	Circumb	RR
Dico	Apocynacées	<i>Nerium oleander</i>	Phanéro		Méd	

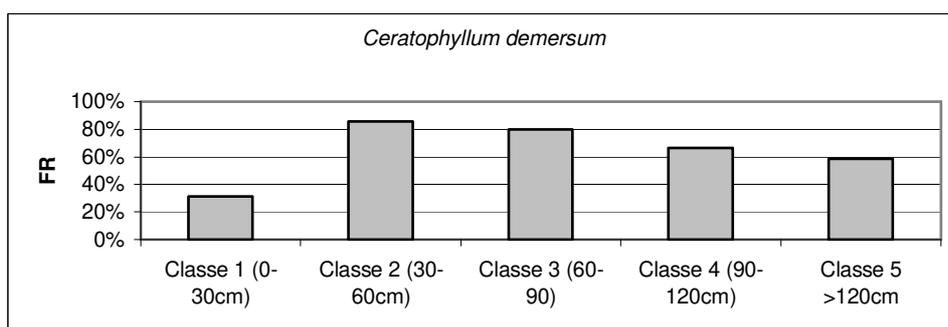
Mono : Monocotylédones
Dico : Dicotylédones
Phanéro : Phanérophyte
Hélo : Hélophyte
Hydro : Hydrophyte
Théro : Thérophytes
Nano phanéro : Nanophanérophytes
Hémicrypt : Hémicryptophytes
D.P : Division principale
Sub.D : Sub-division

Annexe 04 : Les profils des espèces en fréquences relatives des espèces.

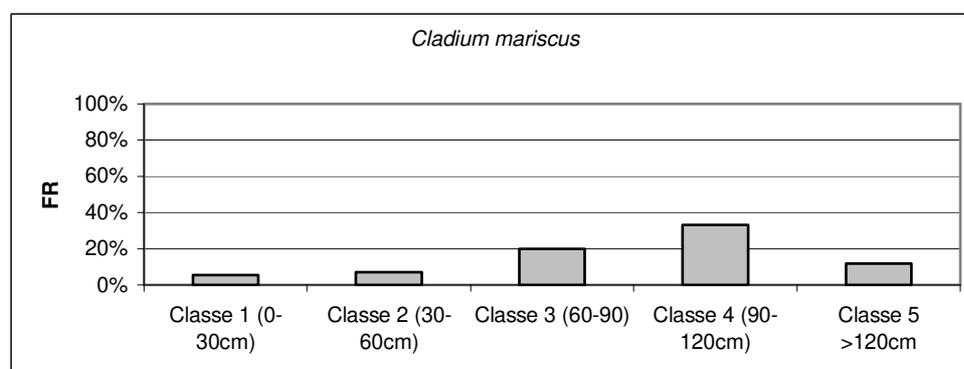
Classes	Classe 1 (cm)	Classe 2 (30-60 cm)	Classe 3 (60-90 cm)	Classe 4 (90-120 cm)	Classe 5 >120 cm
<i>Carex elata</i>	0,085	0,43	0,6	0,17	0,06



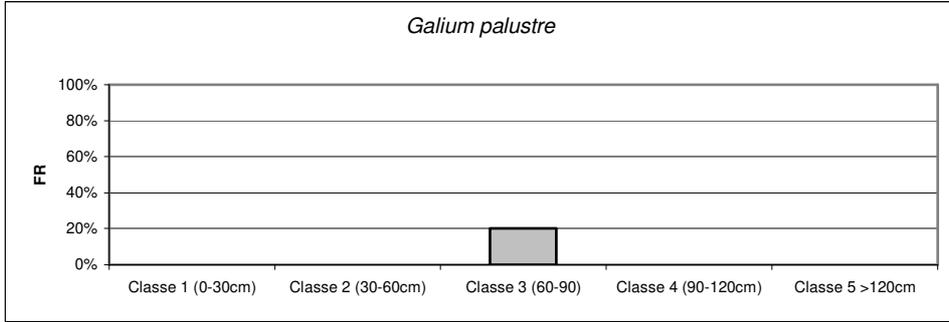
Classes	Classe 1 (cm)	Classe 2 (30-60 cm)	Classe 3 (60-90 cm)	Classe 4 (90-120 cm)	Classe 5 >120 cm
<i>Ceratophyllum demersum</i>	0,314	0,857	0,8	0,666	0,588



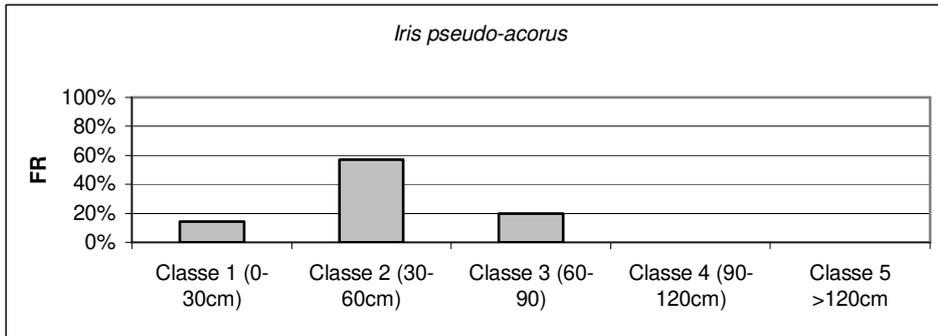
Classes	Classe 1 (cm)	Classe 2 (30-60 cm)	Classe 3 (60-90 cm)	Classe 4 (90-120 cm)	Classe 5 >120 cm
<i>Cladium mariscus</i>	0,057	0,071	0,2	0,333	0,117



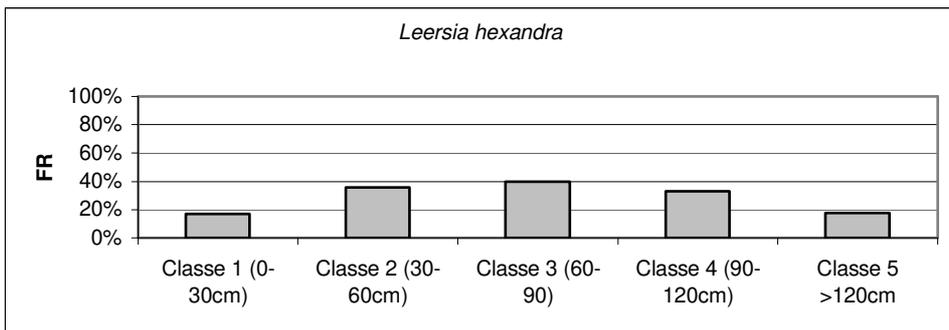
Classes	Classe 1 (cm)	Classe 2 (30-60 cm)	Classe 3 (60-90 cm)	Classe 4 (90-120 cm)	Classe 5 >120 cm
<i>Galium palustre</i>			0,2		



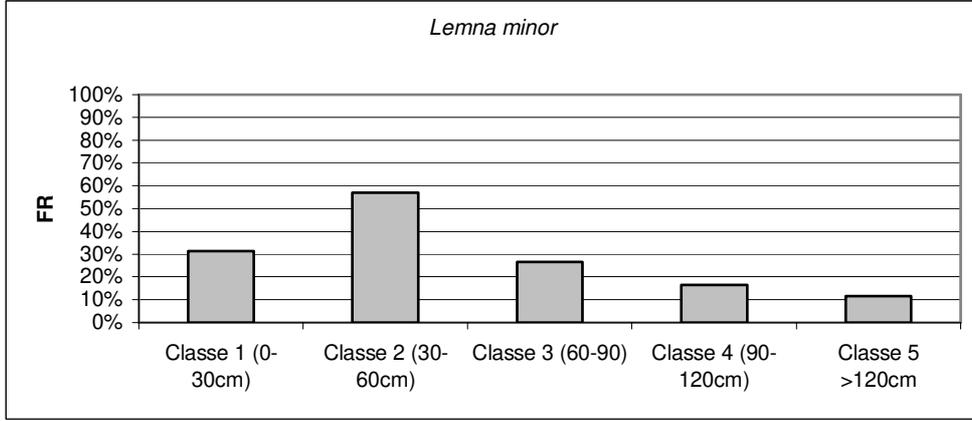
Classes	Classe 1 (cm)	Classe 2 (30-60 cm)	Classe 3 (60-90 cm)	Classe 4 (90-120 cm)	Classe 5 >120 cm
<i>Iris pseudo-acorus</i>	0,142	0,571	0,2		



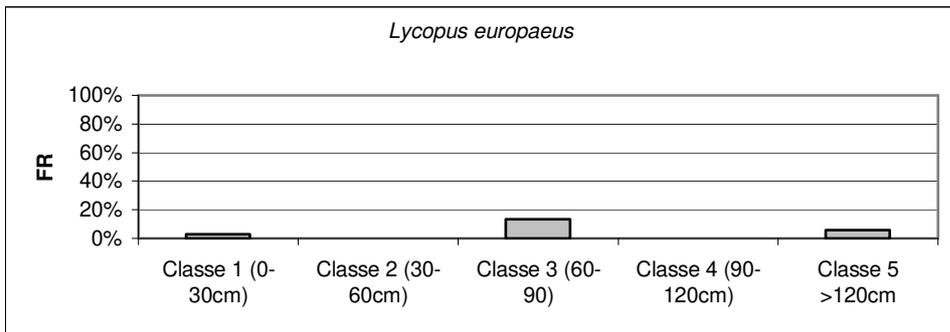
Classes	Classe 1 (cm)	Classe 2 (30-60 cm)	Classe 3 (60-90 cm)	Classe 4 (90-120 cm)	Classe 5 >120 cm
<i>Leersia hexandra</i>	0,171	0,357	0,4	0,33	0,176



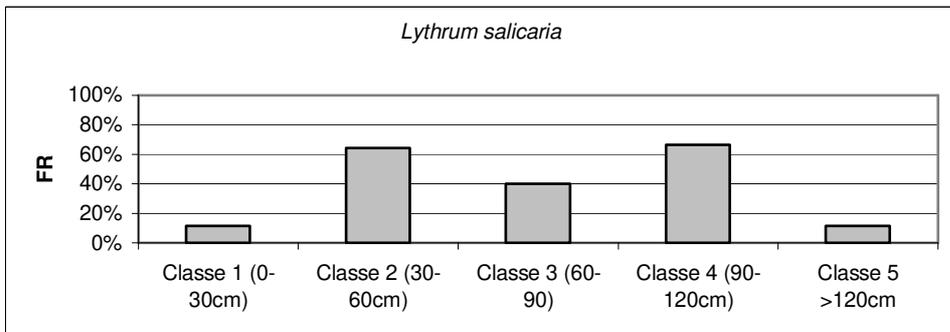
Classes	Classe 1 (cm)	Classe 2 (30-60 cm)	Classe 3 (60-90 cm)	Classe 4 (90-120 cm)	Classe 5 >120 cm
<i>Lemna minor</i>	0,314	0,571	0,266	0,166	0,117



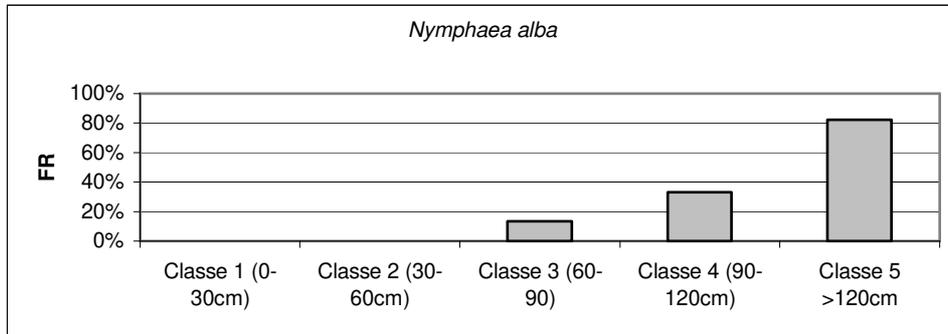
Classes	Classe 1 (cm)	Classe 2 (30-60 cm)	Classe 3 (60-90 cm)	Classe 4 (90-120 cm)	Classe 5 >120 cm
<i>Lycopus europaeus</i>	0,028		0,133		0,058



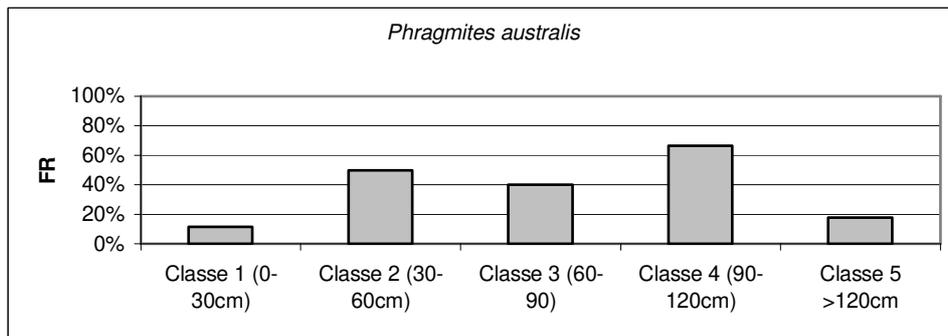
Classes	Classe 1 (cm)	Classe 2 (30-60 cm)	Classe 3 (60-90)	Classe 4 (90-120 cm)	Classe 5 >120 cm
<i>Lythrum salicaria</i>	0,114	0,642	0,4	0,666	0,117



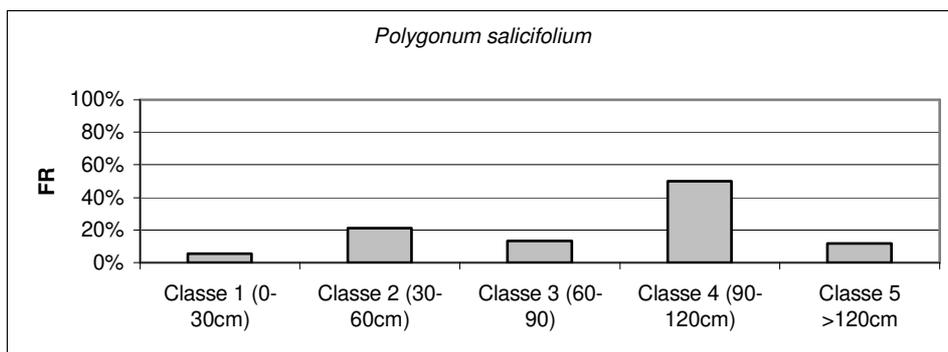
Classes	Classe 1 (cm)	Classe 2 (30-60 cm)	Classe 3 (60-90 cm)	Classe 4 (90-120 cm)	Classe 5 >120 cm
<i>Nymphaea alba</i>			0,133	0,333	0,823



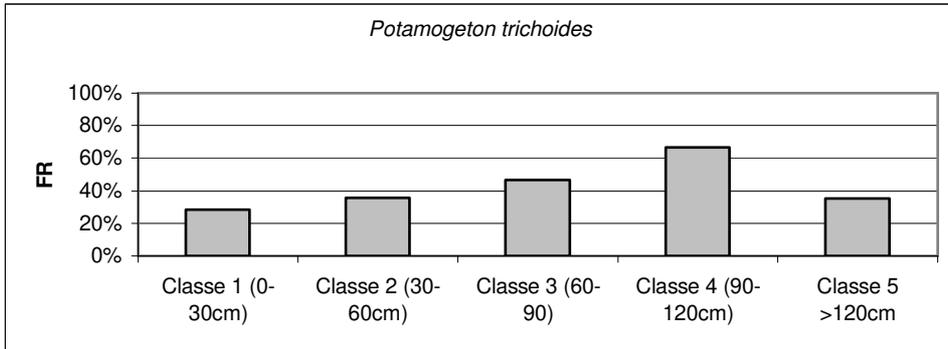
Classes	Classe 1 (cm)	Classe 2 (30-60 cm)	Classe 3 (60-90)	Classe 4 (90-120 cm)	Classe 5 >120 cm
<i>Phragmites australis</i>	0,114	0,5	0,4	0,666	0,176



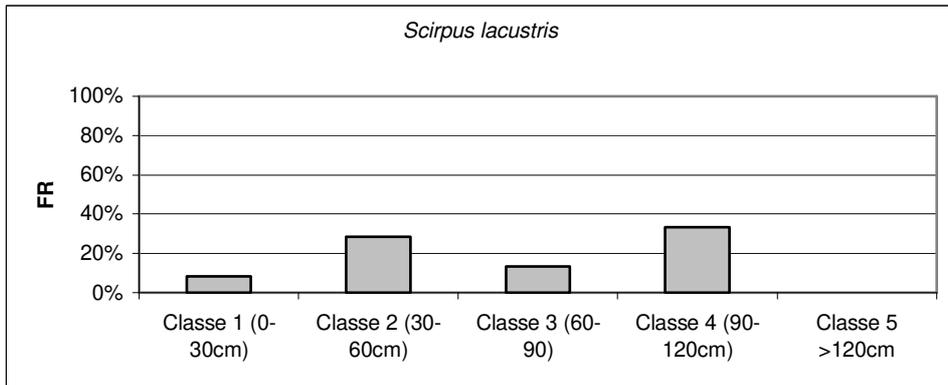
Classes	Classe 1 (cm)	Classe 2 (30-60 cm)	Classe 3 (60-90)	Classe 4 (90-120 cm)	Classe 5 >120 cm
<i>Polygonum salicifolium</i>	0,057	0,214	0,133	0,5	0,117



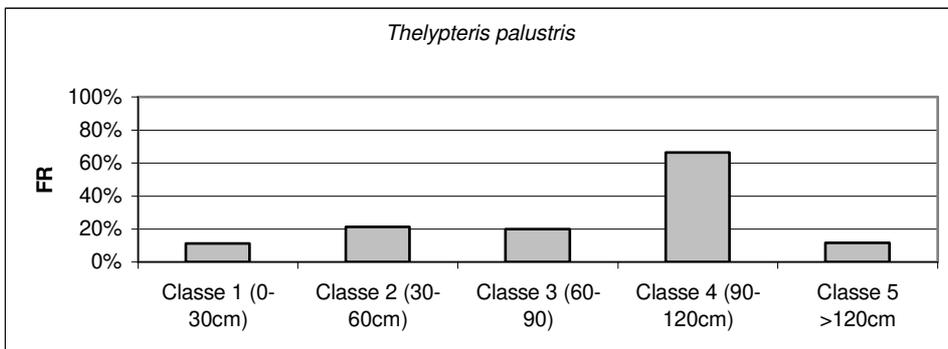
Classes	Classe 1 (cm)	Classe 2 (30-60 cm)	Classe 3 (60-90)	Classe 4 (90-120 cm)	Classe 5 >120 cm
<i>Potamogeton trichoides</i>	0,285	0,357	0,466	0,666	0,352



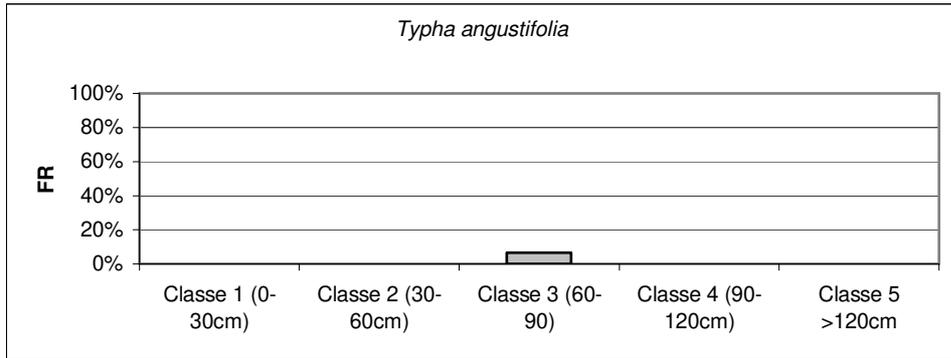
Classes	Classe 1 (cm)	Classe 2 (30-60 cm)	Classe 3 (60-90 cm)	Classe 4 (90-120 cm)	Classe 5 >120 cm
<i>Scirpus lacustris</i>	0,085	0,285	0,133	0,333	



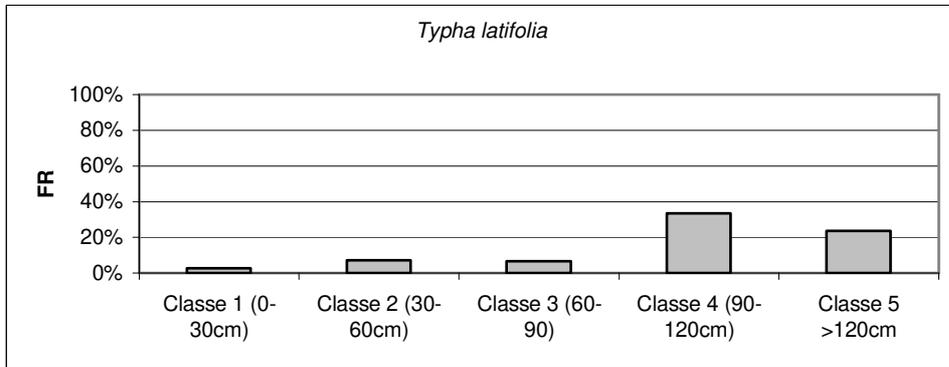
Classes	Classe 1 (cm)	Classe 2 (30-60 cm)	Classe 3 (60-90 cm)	Classe 4 (90-120 cm)	Classe 5 >120 cm
<i>Thelypteris palustris</i>	0,114	0,214	0,2	0,666	0,117



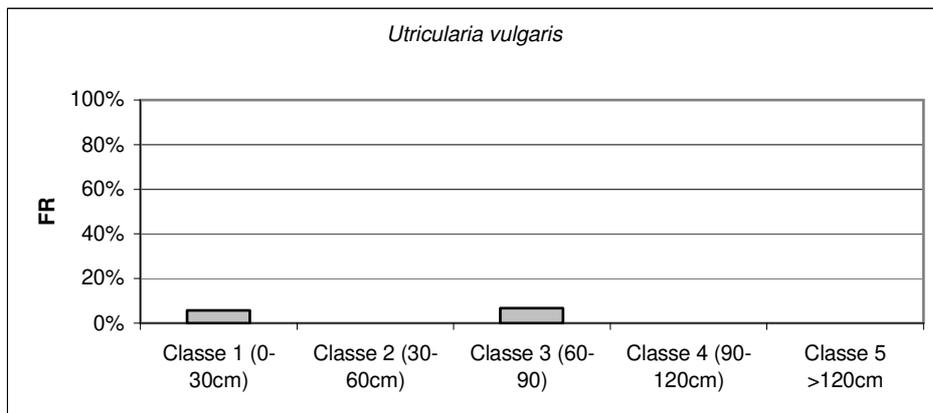
Classes	Classe 1 (cm)	Classe 2 (30-60 cm)	Classe 3 (60-90 cm)	Classe 4 (90-120 cm)	Classe 5 >120 cm
<i>Typha angustifolia</i>			0,066		



Classes	Classe 1 (cm)	Classe 2 (30-60 cm)	Classe 3 (60-90 cm)	Classe 4 (90-120 cm)	Classe 5 >120 cm
<i>Typha latifolia</i>	0,028	0,071	0,066	0,333	0,235



Classes	Classe 1 (cm)	Classe 2 (30-60 cm)	Classe 3 (60-90 cm)	Classe 4 (90-120 cm)	Classe 5 >120 cm
<i>Utricularia vulgaris</i>	0,057		0,066		



Résumé

Ce travail a pour objet l'étude de la végétation, (principalement aquatique), du lac Bleu qui est l'un des quatre lacs du Parc National d'El Kala (W. d'El-Tarf). Après avoir présenté un aperçu sur la région et le site d'étude et une fois le choix de la méthodologie générale arrêté, le traitement des données est abordé.

L'échantillonnage systématique qui a été appliqué a permis la réalisation de 93 relevés phytoécologiques englobant 38 espèces végétales.

Les données recueillies par ces différents relevés sont traitées par les approches phytoécologique, numérique, phytosociologique et cartographique ; l'aspect socioéconomique est, également, abordé dans cette étude

L'analyse des données a permis, **en premier lieu**, de préciser l'écologie des espèces par l'intermédiaire des groupes écologiques relatifs à la profondeur de l'eau et **en second lieu**, l'AFC et la CAH ont dégagé 06 ensembles floristiques, correspondant à 07 groupements végétaux qui ont été définis et décrit par la méthode phytosociologique en 06 associations dont 04 nouvelles et 01 groupement

Les 04 groupements végétaux aquatiques dégagés au niveau du lac Bleu ont fait l'objet de 03 représentations cartographiques portant sur la chorologie de 04 syntaxons dégagés, sur leur physionomie et la variation des profondeurs correspondantes.

L'aspect socioéconomique a, quant à lui, mis en évidence les principaux facteurs affectant le site qui sont d'ordre anthropiques. Enfin, en se basant sur cet aspect et tenant compte de ce qui en ressort, nous avons proposé quelques actions afin de mieux gérer et protéger les remarquables richesses du lac Bleu.

Mots clés : Lac Bleu –Parc National d'El-Kla - Végétation aquatique – Phytoécologie- AFC- Phytosociologie- Cartographie- Aspect socio-économique.

Summary :

The objective of our work is the study of the aquatic vegetation of Bleu lake. One of the four lacs of the national park of El-Kala, the wilaya of El-Tarf After an overview on the region and on the study site, and also the methodology is chosen, the data is reached.

Systematic sampling made it possible to carry out 93 phytoecological statements including 38 species.

The data gathered in 93 phytoecological relevés are treated by the phytoecological, numeric, phytosociological and mapping methods. Finally the Socio-economical aspect is equally at once in this study.

First of all, the analysis of the data has allowed to determine the ecology of the species by the intermediary of the ecological groups relative to the water depth.

Second of all, the ACA and the HCA, discriminate 06 floristic groups which correspond to 07 plant groups, which defined and describe by the phytosociological method. On 05 plant association in which 03 new and 02 groups.

The 04 vegetable aquatic groupings of Bleu lake were the object 03 cartographic representation bearing on the chorology of the 04 syntaxons released, their aspect and the variation their corresponding depths.

Finally the socio-economical aspect, underlined the main principal affected site, and inters anthropical order.

We to based over this aspect, have led is to set some propositions of actions, for to manage and to protect the remarkable richness of the Bleu lake.

Key words: Bleu lake- National park of El-Kala - Aquatic plants – Phytoecology – Correspondence analysis- Phytosociology- Mapping - Socio-economical aspect.

ملخص

- الهدف من هذا العمل هو دراسة النباتات وخاصة المائية منها للبحيرة الزرقاء، التي هي واحدة من البحيرات الأربعة المتواجدة بالحظيرة الوطنية للقالمة (ولاية الطارف).

بعد استطلاع أولي للمنطقة والموقع محل الدراسة وبعد اختيار المنهجية المستعملة، تم تناول الدراسة التحليلية.

- المعايرة النظامية سمحت بإنجاز 93 عينة نباتية تتضمن 38 نوع نباتي.

- المعلومات المحصل عليها من خلال العينات النباتية المنتقات (93) حلتت وعولجت وفق الطرق التالية:

* التتوخ النباتي، التحليل العددي، علم التجمع النباتي، علم الخرائط وأخيرا علم الاجتماع الاقتصادي.

* سمح تحليل المعطيات في المرحلة الأولى بتحديد الفصائل النباتية عن طريق المجتمعات التتوخية المرتبطة بعمق المياه، في المرحلة الثانية أسفر التحليل العددي على 07 مجموعات نباتية، حددت على ضوء علم التجمع النباتي التي إنبتق عنها 06 تجمعات، 04 منها جديدة.

* 04 تجمعات نباتية مائية التي وجدت في البحيرة الزرقاء شكلت موضوعا لثلاثة تمثيلات خرائطي، والتي تناولنا التوزيع المكاني لهذه المجاميع، مظهرها وتغيرات عمق المياه الموافقة لكل مجموعة نباتية، الجزء من البحيرة المعرض للمياه كان هدف لتمثيل خرائطي أيضا. وأخيرا علم الاجتماع الاقتصادي سلط الضوء على أهم الأسباب التي ساهمت في عرقلة التوازن الطبيعي للبحيرة، وأهمها الإنسان.

* اعتمادا على العلم الاقتصادي المدروس تمكنا من وضع اقتراحات تسيير وتمكن من تمديد بقاء الإمكانات والثروات المعتبرة التي تزخر بها البحيرة الزرقاء.

كلمات مفتاح :

الحظيرة الوطنية للقالمة، البحيرة الزرقاء، التجمعات النباتية المائية، التتوخ النباتي- التحليل العددي- نسبة التركيب النباتية - علم الخرائط-علم الاجتماع الاقتصادي.