

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



UNIVERSITE BADJI MOKHTAR-ANNABA

Faculté des sciences
Département de Biologie

Thèse

Présentée en Vue de l'Obtention du Diplôme de Doctorat en sciences
Option : Biologie Animale

Thème

**Caractérisation des Macroinvertébrés et les
Amphibiens dans différents plans d'eau de
l'extrême Nord-est algérien.**

Par : M^{me} LAKHDARA DALIA

Directrice de thèse:

Mme. Bouslama Zihed Professeur Université de Annaba

Devant le jury composé de

Président:

M. Tahar Ali Professeur Université de Annaba

Examineurs:

M. Houhamdi Moussa Professeur Université de Guelma

Mme. Bendali Fatiha Professeur Université de Annaba

M. Saheb Mnaouar Professeur Université d'Oum El Bouaghi

M. Bensaci Ettayib M.C. A Université de Msila

Année universitaire 2016-2017

REMERCIEMENTS

Je ne remerciais jamais assez Dieu pour la fois et le courage qu'il m'a donné et qui m'ont permis d'être ce que je suis maintenant.

De nombreuses personnes m'ont aidé tout au long de ces années de thèse et ont ainsi participé à la réalisation de ce manuscrit, et je souhaite vivement les en remercier.

Au terme de cette étude, j'exprime ma profonde gratitude à ma directrice de thèse Madame **BOUSLAMA Zihad** professeur (Directrice du Laboratoire de Recherche *EcoSTAq* à l'Université Badji Mokhtar d'Annaba). Je voudrai qu'elle trouve ici toute ma reconnaissance pour ses encouragements, ses précieux conseils, ses recommandations, le temps qu'elle m'a consacré et sa grande bienveillance. Je la remercie aussi pour les années merveilleuses de terrain, ce fut pour moi un grand plaisir de travailler sous ses conseils.

C'est pour moi un grand honneur que le jury soit présidé par Monsieur **TAHAR Ali** (professeur à l'université Badji Mokhtar d'Annaba). Je lui exprime toute ma gratitude d'avoir apporté une attention particulière à ce travail.

C'est pour moi un grand plaisir que Madame **BENDALI Fatiha** Professeur à l'université Badji Mokhtar d'Annaba, Monsieur le professeur **HOUHAMDI Moussa** (université 8Mai 1945 de Guelma), Monsieur **BENSACI Ettayib** Maitre de conférence (A) à (Université de Msila) et Monsieur le professeur **SAHEB Mnaouar** Professeur au département de biologie à (l'université De Oum el Bouaghi) puissent juger ce travail.

Je tiens aussi à remercier sincèrement Mademoiselle **BECIR Farida** (Maitre de conférence au département de biologie au Centre Universitaire d'El Tarf, et Monsieur **BELABED Adnane** (Maitre de conférence au département de biologie à l'université d'Annaba) qui m'ont aidé sans relâche pour accomplir ce modeste travail. Je les remercie pour leur contribution à la réalisation de cette recherche, je les remercie pour leur gentillesse, leur aide sur terrain, leur conseils...

Un très grand merci à **Pr. BOUATOUR Ali**, professeur à l'institut pasteur Tunis m'a bien accueilli dans son laboratoire et qui m'a assuré tous les moyens nécessaires pour atteindre mes objectifs scientifiques.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont apporté leur contribution à ce travail ; je leur exprime ici toute ma reconnaissance et ma grande Sympathie.

Liste des Figures

Figures	Titres	Pages
Figure 1	Activités liées aux zones humides (d'après www.ifen.fr)	7
Figure 2	Répartition des principales zones humides de la Méditerranée.	8
Figure 3	Localisation et limites du parc national d'El Kala (Benyacoub et al, 1998).	15
Figure 4	Carte de localisation des six sites étudiés dans la région d'El Kala (Nord-Est Algérien)	21
Figure 5	Zonation spatiale classique d'une zone humide temporaire (modifiée d'après Grillas et al., 2004)	22
Figure 6	Photo de la mare de Hjar El Ouassâa 1	23
Figure 7	Photo de la mare village	23
Figure 8	Photo de Garaet El Okhrera	24
Figure 9	Photo de Hjar El Ouassâa2	24
Figure 10	Photo de Hjar El Ouassâa3	25
Figure 11	Photo de la Mare Héronnière	25
Figure 12	Photo montrant les caractéristiques de l'épuisette utilisée pour la récolte de la faune en zone (Modifiée à partir de Agència Catalana de l'Aigua)	26
Figure 13	Méthode d'échantillonnage de la faune en zone humide : un coup de filet. (Modifiée à partir de Agència Catalana de l'Aigua)	27
Figure 14	Classification des différents taxons échantillonnés.	32
Figure 15	Aspect de l'adulte d'éphémère bien légendé.	33
Figure 16	Aspect de la larve d'éphémère (Tachet et al., 2000).	34
Figure 17	Morphologie schématique des larves et des nymphes de Trichoptères (Tachet et al., 2000).	35
Figure 18	Coléoptère adultes et au stade larvaire.	36
Figure 19	Coléoptère adultes.	36
Figure 20	Aspect général de Notoneta glauca glauca (http://www.fishforums.net/index.php?/topic/277805-hitchhikers-in-freshwater-tanks-ponds/)	38
Figure 21	Evolution temporelle de la richesse taxonomique au niveau de six sites d'étude (2010-2011).	40
Figure 22	Représentation graphique de l'Abondance (2010-2011).	41
Figure 23	Prévalence (%) des différents taxons observés au niveau de Hjar El Ouassâa1 (2010-2011).	42
Figure 24	Prévalence (%) des différents taxons observés au niveau de la Mare village (2010- 2011).	43
Figure 25	Prévalence (%) des différents taxons observés au niveau de Garaet El Okhrera (2010-2011).	43
Figure 26	Prévalence (%) des différents taxons observés au niveau de Hjar El Ouassâa2 (2010-2011).	44

Figure 28	Prévalence (%) des différents taxons observés au niveau de la mare Héronnière (2010-2011).	45
Figure 29	Variation mensuelle des différents taxons au niveau de Hjar EL Ouassâa1 (2010-2011).	45
Figure 30	Variation mensuelle des différents taxons au niveau de la Mare village (2010-2011).	47
Figure 31	Variation mensuelle des différents taxons au niveau de Garaet El Okhrera (2010-2011).	47
Figure 32	Variation mensuelle des différents taxons au niveau de Hjar EL Ouassâa2 (2010-2011).	48
Figure 33	Variation mensuelle des différents taxons au niveau de Hjar EL Ouassâa3 (2010-2011).	49
Figure 34	Variation mensuelle des différents taxons au niveau de la Mare Héronnière (2010-2011).	49
Figure 35	Classification du peuplement d'Amphibiens des différents plans d'eau du Nord-est Algérien.	59
Figure 36	Photographie de <i>Discoglossus pictus</i>	59
Figure 37	Photographie de <i>Hyla meridionalis</i>	60
Figure 38	Photographie de <i>Pelophylax saharicus</i>	61
Figure 39	Photographie de <i>Bufo mauritanicus</i>	61
Figure 40	Photographie de <i>Pleurodele nebulosus</i>	62
Figure 41	Evolution temporelle de la richesse taxonomique au niveau des cinq sites d'étude (2012-2013).	63
Figure 42	Représentation graphique de l'Abondance des espèces (2012-2013).	64
Figure 43	variation mensuelle des différentes espèces au niveau de Hjar EL Ouassâa1 (2012-2013).	65
Figure 44	Variation mensuelle des différentes espèces au niveau de Hjar EL Ouassâa2 (2012-2013).	65
Figure 45	Variation mensuelle des différentes espèces au niveau de Hjar EL Ouassâa3 (2012-2013).	66
Figure 46	Variation mensuelle des différentes espèces au niveau de la Mare Village (2012-2013).	67
Figure 47	Variation mensuelle des différentes espèces au niveau de la Mare Héronnière (2012-2013).	67

Liste des tableaux

Tableaux	Titres	Pages
1	Températures mensuelles de la région d'El-Kala.-source la station météorologique d'El-Kala.2011 –Tmin température minimale – Tmoy température moyenne –Tmax température maximale -(°C) degrés Celsius.	18
2	Précipitation de la région d'El-kala .-source la station météorologique d'El-Kala.2011.	19
3	présente la Richesse Taxonomique totale dans les six sites.	39
4	Caractérisation des peuplements de macro invertébrés (2010-2011).	40
5	Inventaire du peuplement d'Amphibiens (2012-2013).	58
6	Caractérisation du peuplement d'Amphibiens (2012-2013).	63

Sommaire

	Remerciement	
	Liste des figures	
	Liste des tableaux	
	Sommaire	
	Introduction Générale	1
Chapitre I	Les zones humides et la zone d'étude	5
	1.1. Généralités sur les zones humides.....	6
	1.2. Conservation des zones humides.....	10
	1.3. Zones humides temporaires.....	11
	1.3.1. Présentation des zones humides temporaires.....	11
	1.3.2. La faune et la flore des zones humides temporaires.....	12
	1.3.3. Menace et enjeux de conservation des zones humides temporaires.....	13
	1.4. Zone d'étude.....	14
	1.4.1. Description de la zone d'étude.....	14
	1.4.2. Présentation de la région d'étude.....	17
	1.4.2.1. Climatologie générale de la région d'étude.....	17
	1.4.2.2. Géomorphologie et hydrologie de la région d'étude.....	19
	1.4.2.3. Richesse faunistique.....	20
	1.5. Site d'étude.....	21
	1.5.1. Sites échantillonnage.....	21
	1.5.2. Stations d'échantillonnages.....	23
	1.5.2.1. Hjar El Ouassâa1.....	23
	1.5.2.2. Mare village.....	23
	1.5.2.3. Garaet El Okhrera.....	24
	1.5.2.4. Hjar El Ouassâa2.....	24
	1.5.2.5. Hjar El Ouassâa3.....	25
	1.5.2.6. Mare Héronnière.....	25
	1.6. Méthode d'échantillonnage.....	26
	1.6.1. Sur le terrain.....	26
	1.6.2. Au laboratoire.....	27
	1.7. Paramètres écologiques.....	28
	1.8. Analyses statistiques.....	29
Chapitre II	Peuplements des Macroinvertébrés des différents plans d'eau de l'extrême Nord-est Algérien	30
	2.2 .Méthodologie de travail.....	32
	2.3. Résultats.....	32
	2.3.1. Identification des peuplements des Macroinvertébrés.....	32
	2.3.2. Ecologie du peuplement de Macroinvertébré.....	38
	2.3.2.1. Richesse taxonomique.....	38
	2.3.2.2. Caractérisation des peuplements.....	40
	2.3.2.3. Abondance.....	41

	2.3.2.4. Prévalence.....	42
	2.3.3. Dynamique des peuplements.....	46
	2.3.3.1 Variations temporelles du nombre d'individus au niveau de Hjar El Ouassâa 1	46
	2.3.3.2 Variations temporelles du nombre d'individus au niveau de la mare Village	46
	2.3.3.4. Variation temporelles du nombre d'individus au niveau de Hjar El Ouassâa 2	48
	2.4. Discussion.....	50
	2.5. Conclusion.....	53
Chapitre III	Peuplements des Amphibiens des différents plans d'eau de l'extrême Nord-est Algérien.....	54
	3.2. Méthodologie de travail.....	55
	3.2.1. Pêche des adultes dans les sites aquatiques.....	55
	3.2.2. Utilisation de filets et trappes.....	56
	3.2.3. Pêche des larves et têtards.....	57
	3.2.4. Clés de détermination.....	57
	3.3. Résultats	57
	3.3.1. Identification.....	57
	3.3.1.1. Classification du peuplement.....	58
	3.3.1.2. Description du peuplement	59
	3.3.2. Ecologie du peuplement.....	62
	3.3.2.1. Richesse spécifique.....	62
	3.3.2.2. Caractérisation du peuplement d'Amphibien.....	63
	3.3.2.3. Abondance.....	64
	3.3.3. Dynamique du peuplement.....	64
	3.3.3.1. Variations temporelles du nombre d'individus au niveau de Hjar El Ouassâa1.....	64
	3.3.3.2. Variations temporelles du nombre d'individus au niveau de Hjar El Ouassâa2	65
	3.3.3.3. Variations temporelles du nombre d'individus au niveau de Hjar El Ouassâa3	66
	3.3.3.4. Variations temporelles du nombre d'individus au niveau de la Mare Village	66
	3.3.3.5. Variations temporelles du nombre d'individus au niveau de la Mare Héronnière	67
	3.4. Discussion.....	68
	3.5. Conclusion.....	68
	Résumés.....	71
	Références bibliographiques.....	75
	Publication	

Caractérisation des Macroinvertébrés et les Amphibiens dans différents plans d'eau de l'extrême Nord-est algérien.

INTRODUCTION GENERALE

Les zones humides se situent à l'interface entre les milieux aquatiques et les milieux terrestres. Le rôle multifonctionnel (Fonction écologique, biologique, d'alimentation, de reproduction d'abri de refuge, et climatique) de ces zones conduit à leur conférer un statut d'infrastructure naturelle. En effet, un gradient de conditions écologiques est à l'origine de leur grande diversité biologique. Ces zones d'échanges, de transferts d'énergie et de matières nutritives sont particulièrement favorables à la reproduction et au développement des organismes vivants. Il en résulte une productivité élevée, révélée par le fonctionnement biologique (Amphibiens, Mollusques, Insectes, Crustacés, Poissons, Oiseaux...) qui caractérise ses sites (Skinner & Zalewski, 1995; Samraoui & Bélair, 1998).

Le bassin méditerranéen est riche en diverses zones humides dont les zones humides temporaires qui sont définies comme des milieux caractérisés « par des alternances de phases inondées et exondées, quelles que soient la durée et la fréquence de ces phases » (Grillas *et al.*, 2004). Cette succession saisonnière de phases d'inondations et d'exondations, associée à l'imprévisibilité des conditions hydrologiques, est à l'origine de la forte spécificité aussi bien de la faune que de la flore qui s'y développe (Cucherousset, 2006). En outre, ces habitats hébergent une très forte biodiversité, marquée par un nombre important d'espèces rares et menacées (Médail *et al.*, 1998, Quézel, 1998, Rhazi *et al.*, 2001a, Grillas *et al.*, 2004). Cependant, en raison de leur taille réduite, de leur caractère éphémère et de leur localisation dispersée, les milieux humides temporaires méditerranéens ont été pendant longtemps très peu étudiés, alors que pour ces mêmes raisons, ces habitats fragiles et vulnérables régressent rapidement sous l'influence des activités humaines (drainage, aménagement agricole, pâturage, pollution), (Rhazi *et al.*, 2001a ; Grillas *et al.*, 2004 ; Rhazi *et al.*, 2006).

L'Algérie abrite des zones humides temporaires d'eau douce dont une grande partie est concentrée au Nord-est du pays (Les régions d'El Kala); (Samraoui *et al.*, 2009). Ces milieux temporaires ont été très peu étudiés, la plupart des travaux étant ancien. Les mares ne sont pas de simples points d'eau ; malgré leurs petites tailles, ce sont des écosystèmes très riches qui occupent des dépressions souvent endoréiques soumises à une submersion plus ou moins longue pour y permettre le développement d'une végétation aquatiques. Elles sont directement alimentées en eau par les pluies (Gauthier-Lièvre, 1931; Pottier-Alapetite &

Labbe, 1951; Pottier-Alapetite, 1952; 1958; Cosson, 1885). En dehors des espèces strictement aquatiques, beaucoup d'animaux terrestres y trouvent ces havres de paix propices à leur reproduction et à leur développement. Les pontes d'arthropodes, de mollusques et d'amphibiens, sont donc nombreuses et engendrent une explosion larvaire transformant le milieu en véritable « crèche » (Lombardi, 1997). Ces milieux ne sont pas épargnés par les agriculteurs ou les habitants qui vivent à proximité et les utilisent comme source d'eau. Dans la région méditerranéenne, beaucoup de mares s'assèchent tous les ans et ces assèchements réguliers conduisent à la minéralisation de la nourriture et ainsi promouvoir la productivité (Biggs *et al.*, 1994).

Parmi les communautés biologiques, celles des macroinvertébrés benthiques sont les plus utilisées pour évaluer l'état de santé global des écosystèmes aquatiques. Ce sont des organismes visibles à l'œil nu, tels que les insectes, les mollusques, les crustacés et les vers, qui habitent le fond des cours d'eau et des lacs. Ces organismes constituent un important maillon de la chaîne alimentaire des milieux aquatiques, puisqu'ils sont une source de nourriture primaire pour plusieurs espèces de poissons, d'amphibiens et d'oiseaux. Ils sont reconnus pour être de bons indicateurs de la santé des écosystèmes aquatiques en raison de leur sédentarité, de leur cycle de vie varié, de leur grande diversité et de leur tolérance variable à la pollution et à la dégradation de l'habitat. Ils intègrent les effets cumulatifs et synergiques à court terme (Allant jusqu'à quelques années) des multiples perturbations physiques (modifications de l'habitat), biologiques et chimiques dans les cours d'eau. Ils sont abondants dans la plupart des rivières et faciles à récolter. De plus, leur prélèvement a peu d'effets nuisibles sur le biote résident. Le suivi des macroinvertébrés benthiques est utile pour évaluer et suivre l'évolution de l'état de santé global des écosystèmes aquatiques; vérifier l'effet d'une source de pollution connue sur l'intégrité de l'écosystème; évaluer les impacts des efforts de restauration (habitat et qualité de l'eau) ; et enfin apporter un complément biologique au programme de surveillance de la qualité bactériologique et physicochimique des cours d'eau et enfin de documenter la biodiversité des macroinvertébrés benthiques dans les cours d'eau (Hellawell, 1986; Barbour *et al.*, 1999; WFD, 2003).

Ces milieux ne sont souvent pas épargnés par les agriculteurs ou les habitants qui vivent à proximité et les utilisent comme source d'eau. Nous avons jugé utile d'entreprendre une étude typologique de six mares de la Numidie orientale, en espérant contribuer à éclaircir la structure et le fonctionnement des mares et comprendre l'influence des facteurs abiotiques et biotiques sur les sur les biocénoses (Barbour *et al.*, 1999).

La présente étude a pour objectifs, à travers des relevés de terrain et des analyses numériques de six sites humides de l'extrême Nord-est Algérien:

- 1- De caractériser la faune aquatique (Macroinvertébrés et Amphibiens) dans ces milieux,
- 2 -Mettre en évidence leurs richesses biologiques exceptionnelles,
- 3- De suivre leur dynamique au cours des saisons,et
- 4- De souligner les enjeux de conservation de ces milieux et de leur biodiversité.

Cette Thèse est structurée en trois parties. Après, l'introduction générale, le premier chapitre décrit Les zones humides et la zone d'étude, deuxième chapitre qui est Peuplements des Macroinvertébrés des mares dans l'extrême Nord-est algérien et le troisième chapitre qui est Peuplements des Amphibiens des mares de l'extrême Nord-est algérien et en finie avec une conclusion générale.

Caractérisation des Macroinvertébrés et les Amphibiens dans différents plans d'eau de l'extrême Nord-est algérien.

Chapitre I : Les zones humides et la zone d'étude.

1.1. Généralités:

Les zones humides ont longtemps été considérées par l'homme comme des espaces inutiles, peu attractifs, insalubres et sources de maladies (Barbier *et al.*, 1997 ; Hatvany, 2009). Ce n'est qu'avec le développement des sciences que l'on a découvert que ces zones accueillent des systèmes naturels pleins de vie et d'une richesse biologique inestimable. Les définitions des zones humides ont évolué au fil du temps et sont nombreuses. Pour cette étude nous avons adopté celle de la Convention de Ramsar, (Anonyme1, 2006) qui définit les zones humides comme « *des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres* ». Cette convention reconnaît cinq types principaux de zones humides qui répondent tous à cette définition : les zones humides marines/côtières, (Lagunes côtières, berges rocheuses et récifs coralliens), estuariennes (Deltas, marais cotidaux, marécages à mangroves, slikkes), lacustres (Zones humides associées aux lacs), riveraines (Ripisylves) et palustres (Marais, marécages et tourbières). Selon le Centre mondial de surveillance continue de la conservation de la nature du PNUE (PNUE-WCMC), les zones humides occupent environ 5,7 millions km², soit, près 6% de la surface émergée de la planète dont 2% sont des lacs, 30% des tourbières, 26% des fagnes, 20% des marécages et 15% des plaines d'inondation (Anonyme1, 2006).

Ces milieux remplissent diverses fonctions tant sur le plan écologique que socio-économique. En effet, les zones humides constituent un réservoir de biodiversité compte tenu du nombre élevé d'espèces (végétaux, oiseaux, poissons, crustacés, mollusques...) qu'elles abritent, et assurent de nombreuses fonctions hydrologiques (Recharge des aquifères, filtration et épuration des eaux, contrôle des inondations, atténuation des changements climatiques...).

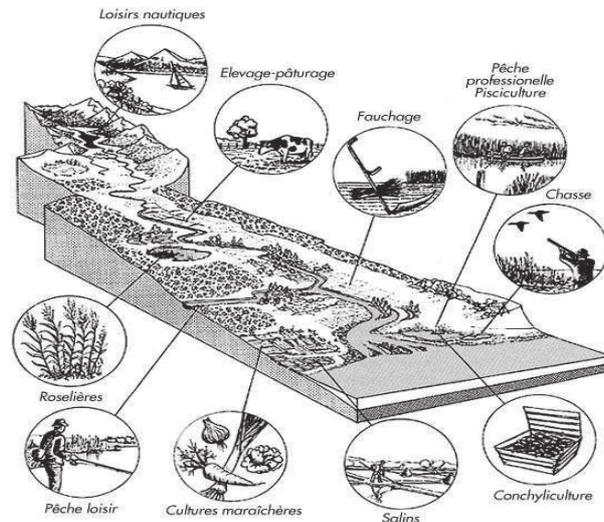


Figure 1 : Activités liées aux zones humides (D'après www.ifen.fr).

Sur le plan socio-économique (Fig. 1), ces milieux procurent de nombreuses ressources à l'homme : eau potable, eau pour l'industrie et l'agriculture, éléments minéraux, production d'énergie, ressources halieutiques, pastorales... (Hammada, 2007; Bouahim *et al.*, 2010). Enfin, ces habitats offrent souvent des paysages d'une grande beauté, représentant un atout touristique déterminant qui participe largement à l'image de marque d'une région.

Zones humides méditerranéennes: Le bassin méditerranéen est riche en zones humides très diversifiées (Fig. 2) qui regroupent des deltas (*e.g.* delta du Rhône en France et celui du Nil en Egypte), des lagunes côtières et des marais salés, des cours d'eau et leur plaine d'inondation, des marais permanents et temporaires (*e.g.* marais de Donaña en Espagne), des lacs, des salines, des oasis, des chotts et des sebkhas (*e.g.* Chott el Beida en Algérie et Sebkhata el Kelbia en Tunisie); (Pearce & Crivelli, 1994 ; Bonnet *et al.*, 2005). Ces zones humides méditerranéennes partagent des caractéristiques similaires : climat, topographie géologie, particularités liées à la Mer Méditerranée (Britton & Crivelli, 1993).



Figure 2 : Répartition des principales zones humides de la Méditerranée (http://www.tourduvalat.org/la_tour_du_valat/les_zones_humides/differents_types_de_zones_humides)

Les zones humides méditerranéennes fournissent des services indispensables aux habitants (eau, nourriture, matériaux et transport). D'autre part, elles présentent de grandes valeurs écologiques et elles participent grandement à l'identification des points chauds de biodiversité (*biodiversity hotspots* ; Myers *et al.*, 2000) autour de la Méditerranée (Médail & Quézel, 1999 ; Véla & Benhouhou, 2007) : En effet, ces milieux sont particulièrement riches en espèces rares et/ou menacées, avec un taux d'endémisme souvent élevé, et sont soumis à des menaces anthropiques grandissantes (Williams, 1990 ; Médail *et al.*, 1998 ; Grillas *et al.*, 2004).

Zones humides en Algérie : L'Algérie dispose d'importantes zones humides qui assurent de multiples fonctions hydrologiques et socio-économiques. Ainsi, elles jouent des rôles majeurs dans la régulation des flux hydrologiques et dans la maîtrise des crues et des inondations. De nombreuses activités humaines d'importance économique peuvent se développer sur ces zones humides : agriculture, élevage, pêche, chasse, aquaculture (escargots et bivalves), production d'énergie et de sel et écotourisme. Elles procurent également de nombreux services pour les populations locales (e.g. pâturage, points d'eau

pour les troupeaux, récolte de plantes médicinales, approvisionnement en eau ou en argile ; (Samraoui *et al.* 1997).

Vulnérabilité et menaces des zones humides : Les zones humides sont en tête des écosystèmes naturels les plus menacés (Blondel & Aronson, 1999 ; Médail & Quézel, 2003). Malgré la prise de conscience au niveau mondial, avec la signature de la Convention de Ramsar en 1971, ces milieux sont soumis à des pressions anthropiques croissantes (drainage, extension de l'agriculture irriguée, développement du tourisme de masse, comblement, pêche excessive, pollution et accroissement démographique) entraînant leur transformation ou leur disparition complète.

Autour de la Méditerranée, une grande partie des zones humides ont été détruites et dégradées afin d'une part, d'empêcher la transmission de maladies vectorielles (paludisme, West Nile...), et d'autre part, de laisser la place à la construction de logements et d'infrastructures en raison de la croissance des populations et du développement des activités touristiques. De nombreuses zones humides ont également été systématiquement converties en terres arables dans le but d'accroître la production agricole (Barbier *et al.*, 1997, Grillas & Roché, 1997). Ainsi, environ la moitié des zones humides méditerranéennes ont disparu du fait de l'intensification des pratiques agricoles, de l'urbanisation et des infrastructures de transport, ce déclin a été observé essentiellement au XX^{ème} siècle (Acreman, 2000), avec des pertes estimées à 60% en Espagne en 1990 (Bifani *et al.*, 1992), à environ 70% dans la région occidentale de l'Algarve au Portugal dans le milieu des années 1980 (Jones & Hughes, 1993), à 75% en Italie entre 1865 et 1972 (Hollis *et al.*, 1992), à plus de 90% en Israël depuis 1880 (Kroll, 2000 ; Levin *et al.*, 2009), et à au moins 61% en Grèce entre 1910 et 1990 (Handrinos, 1992 ; Psilovikos, 1992).

Zones humides et réchauffement climatique : Notre planète vit des variations climatiques qui tendent vers un réchauffement climatique dont les impacts se font sentir de plus en plus partout dans le monde. L'élévation de la température influe sérieusement sur le volume des précipitations annuelles entraînant une accentuation des contrastes saisonniers. Le réchauffement climatique affecte plusieurs écosystèmes notamment celui des zones humides : il influe sur leur cycle hydrologique annuel et sur certains organismes qui y sont

inféodés. Suite aux variations saisonnières (saison de pluies marquée par des averses et des orages brutaux, et saison sèche plus longue et plus rigoureuse), la superficie occupée par les zones humides varie considérablement (Guidicelli, 2002). Ainsi, biodiversité et changement climatique sont en étroite relation : les effets notables du changement climatique sur les espèces des zones humides peuvent se résumer à (1) une perte de la biodiversité endémique ou en danger du fait de la réduction ou de la disparition de l'habitat de certains taxons sténothermes (Guidicelli, 2002), (2) des extinctions de la flore et de l'entomo-faune associée (Médail & Quézel, 2003) et (3) la prolifération des espèces invasives, cosmopolites ou exotiques (Guidicelli, 2002).

1.2. Conservation des zones humides :

Les zones humides, caractérisées par une dynamique et un fonctionnement singulier, sont des écosystèmes très menacés qui ont suscité de nombreux programmes scientifiques à l'origine de réglementations spécifiques nationales et internationales afin de stopper ou de limiter les menaces, et de favoriser une utilisation rationnelle de ces milieux. La Convention de Ramsar a été adoptée le 2 février 1971 à Ramsar en Iran. Elle a pour objet la conservation et l'utilisation durable et rationnelle des zones humides par des actions locales, régionales et nationales et par la coopération internationale, en tant que contribution à la réalisation du développement durable dans le monde entier. L'appellation officielle est *Convention relative aux zones humides d'importance internationale particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau*. A partir de 1975, la portée de la convention a été élargie pour inclure, à côté des oiseaux d'eau, l'ensemble de la faune et de La flore. A ce jour, 159 pays couvrant toutes les régions géographiques de la planète ont adhéré à cette convention.

A la suite de la Convention Ramsar, plusieurs programmes d'inventaires, internationaux, nationaux ou régionaux de zones humides ont été établis dans diverses régions géographiques, comme le programme *MedWet* pour la conservation des zones humides méditerranéennes qui a été lancé lors de la conférence de Grado (Italie) en 1991 (Finlayson *et al.*, 1992).

1.3. Zones humides temporaires :

1.3.1. Présentation des zones humides temporaires :

Les zones humides temporaires sont des milieux caractérisés par des alternances de phases inondées et exondées, quelles que soient la durée et la fréquence de ces phases (Grillas *et al.*, 2004). Ces milieux se rencontrent surtout dans les régions connaissant une alternance marquée de saisons sèches et humides, c'est-à-dire sous les climats tropicaux, méditerranéens, arides et semi-arides. Elles offrent une grande diversité : bordures fluctuantes des plans d'eau permanents (lacs, lagunes, étangs...), mares et ruisseaux temporaires, plaines d'inondation, mais aussi des milieux artificialisés comme les rizières ou les marais salants (Grillas *et al.*, 2004). Les mares temporaires constituent un type particulier de zone humide temporaire. Elles sont définies comme étant de petite taille (habituellement < 10 ha) et peu profondes caractérisées par des alternances de phases sèches et inondées et par un fonctionnement hydrologique très autonome (Anonyme1, 2006).

Les mares temporaires (en anglais temporary ponds ou temporary pools ; Fraga I (Arguimbau, 2009) se rencontrent dans toutes les régions du monde à climat méditerranéen, mais également dans les zones tropicales sèches (Deil, 2005 ; Rhazi *et al.*, 2009). Elles sont connues sous diverses appellations : e.g. dayas au Maroc, padule en Corse, polje en Slovénie, potholes ou vernal pools en Amérique du Nord, turloughs en Irlande, vleis en Afrique du Sud (Colburn, 2004 ; Grillas *et al.*, 2004 ; Deil, 2005 ; Keddy, 2010). Elles sont sur le plan morpho-structural très variables (Grillas *et al.*, 2004) et diffèrent par :

- la taille pouvant aller de quelques décimètres carrés (mares cupulaires) jusqu'à plusieurs hectares (dayas du Maroc) ;
- la morphologie (mares profondes, lenticulaires ou planes) ;
- la durée et la fréquence de l'inondation ;
- l'origine naturelle ou artificielle ;
- la nature du substrat (acide ou calcaire) ;
- les caractères physico-chimiques des eaux (dulçaquicoles, saumâtres...).

En Algérie, les zones humides temporaires d'eau douce répondant aux critères Ramsar (Grillas *et al.*, 2004) sont essentiellement concentrées dans le Nord-est (Samraoui *et al.*,

1999). Ces milieux sont principalement alimentés par les pluies, et dans certains cas par des sources. Une étude portant sur la structure de la végétation des zones humides temporaires de la région des Mogods a permis de distinguer sept types de milieux temporaires : des milieux tourbeux, des lacs semi-permanents, des marais temporaires (plans d'eau peu profonds, entièrement couverts par une végétation hélophytique), des mares temporaires (zones humides peu profondes, caractérisées par des alternances de phases sèches et inondées au cours du cycle annuel), et des pelouses humides (en bordure des mares et des marais temporaires, ou en milieu forestier sur un substrat minéral) et des ruisseaux temporaires (généralement alimentés par des sources naturelles) (Ferchichi-Ben Jamaa *et al.*, 2010).

1.3.2. La faune et la flore des zones humides temporaires :

Les zones humides temporaires se présentent au cours du cycle annuel sous trois visages différents : celui d'un milieu franchement aquatique (phase inondée), puis humide (Phase d'assèchement) et enfin terrestre (Phase sèche) (Grillas & Roché, 1997). Ce sont donc des écosystèmes extrêmement mobiles dans le temps et qui, de ce fait, présentent une biodiversité temporellement discontinue. Malgré la grande diversité des conditions environnementales auxquelles elles sont soumises, des communautés biologiques remarquables (Plantes, Crustacés, Amphibiens, Invertébrés...) caractérisent particulièrement ces milieux. Au sein de ces zones, certaines espèces accomplissent tout leur cycle de vie dans ces milieux (e.g. certaines plantes, les crustacés), alors que d'autres, tels que les amphibiens doivent nécessairement y effectuer une phase de leur vie. Enfin, des espèces opportunistes, d'habitats non spécialisés, profitent de conditions momentanément favorables pour y accomplir une partie de leur cycle de vie (e.g. certaines plantes, les libellules) (Grillas *et al.*, 2004).

La faune des zones humides temporaires : La faune des zones humides temporaires est formée principalement par des invertébrés (Collinson *et al.*, 1995 ; Lounaci *et al.*, 2000; Beauchard *et al.*, 2003; Boix *et al.*, 2004; 2008; 2009; Gascon *et al.*, 2008; 2009; Bazzanti *et al.*, 2009) comme les insectes les Hétéroptères (Thiéry, 1981; Lmohdi *et al.*, 2008); les Coléoptères (Bennas *et al.*, 2009); les Ephéméroptères et les

Plécoptères (Nagell & Fagerstrom, *et al.*, 1978); les Crustacés comme les Copépodes et les grands Branchiopodes exemples Triops, Lepidurus, Branchippus, Chirocephalus, (Barbero *et al.*, 1982 ; Thiéry, 1987, 1991 ; Mura, 2001 ; Bagella *et al.*, 2010a). Cette faune comprend également quelques Amphibiens (Jakob *et al.*, 1999, 2003 ; Gomez-Rodriguez *et al.*, 2009 ; Sicilia *et al.*, 2009). En vivant dans un milieu humide temporaire, la faune aquatique doit s'adapter à la disparition de son milieu de vie ou bien migrer pour coloniser un nouveau biotope.

1.3.3. Menace et enjeux de conservation des zones humides temporaires :

En dépit de leur importance, les zones humides temporaires sont soumises à une forte dégradation sous l'effet d'une importante pression anthropique (drainage, extension de l'agriculture, urbanisation, construction des barrages, pollution de l'eau...). Les mares temporaires sont plus particulièrement touchées par ces menaces. Du fait de leur faible surface, leur distribution dispersée, leur caractère éphémère et leur mise en eau temporaire, ces mares constituent en effet des milieux peu attractifs, dont la richesse passe trop souvent inaperçue et moins bien connue que celle des autres types de zones humides. Ces milieux fragiles et vulnérables sont faciles à détruire, certains sont remblayés, d'autres laissés à l'abandon. L'accroissement des dégradations anthropiques (drainage, pâturage, pollution, pratiques ou aménagements agricoles, réchauffement climatique) (Rhazi *et al.*, 2001a ; 2006; 2009) a entraîné de dramatiques perturbations, voire des disparitions qui menacent la survie des plantes et des animaux qui vivent dans cet extraordinaire milieu aquatique. Afin de pallier ces menaces, des programmes de recherche sur les mares temporaires méditerranéennes, tels que le programme LIFE-Nature, l'European Pond Conservation Network (EPCN) ont été développés, et des études concernant les enjeux de conservation de ces milieux et de leurs communautés animales et végétales ont été réalisées par certains auteurs comme Collinson *et al.*, (1995); Rhazi *et al.*, (2001)a ; Beja & Alcazar, (2003) ; Boix *et al.*, (2004) ; Burne & Griffin, (2005); (2006) ; (2007) ; (2009); Daoud-Bouattour *et al.*, (2009)a ; Pinto- Cruz *et al.*, (2009) ; Ferchichi-Ben Jamaa *et al.*, (2010).

1.4. Zone d'étude :

1.4.1. Description de la zone d'étude :

L'étude a été réalisée au niveau du Parc National d'El-Kala (P.N.E.K) qui abrite le complexe de zones humides le plus important du pays. Le PNEK est l'un des plus grands parcs d'Algérie, caractérisé par de nombreux écosystèmes et une importante richesse biologique et paysagère. Cette région a fait l'objet de nombreux travaux qui ont été synthétisés par (Benyacoub *et al.*,1998), dans le cadre d'un plan de gestion du PNEK. Nous nous baserons sur ces travaux pour décrire sommairement la région. Le PNEK est localisée à l'extrême Nord-est algérien, il est limité par la mer méditerranée au Nord, les monts de Medjerda au Sud, la frontière Algéro-tunisienne à l'Est et les plaines d'Annaba à l'Ouest.

La stratigraphie de la région se caractérise par des séries datées du tertiaire et du quaternaire (Marre, 1987). Les terrains tertiaires sont constitués d'argiles de Numidie datées de l'Eocène moyen et qui forment une épaisseur de 300 m environ, des bancs de grès de Numidie qui se distinguent dans le Relief des collines datées de l'Eocène supérieur et des sables et des argiles rouges ou grises, localisés dans la région sud-est et qui datent du Miocène.

Les formations quaternaires sont caractérisées par les dépôts fluviatiles composés de limons, sables et galets et qui s'observent dans les talwegs des oueds. Les dépôts marins éolisés, résultent de l'activité des courants marins et des vents, ce sont les amas dunaires qu'on observe dans le nord du lac El-Mellah, Oubeira et également à l'est de la ville d'El-Kala. Enfin, Les dépôts actuels, sont vaseux et disposés autour du lac Tonga, ainsi que les alluvions formants le fond des Oueds.

Le relief de la région se compose d'une série de dépressions, dont certaines sont occupées par des formations lacustres et palustres et des hautes collines aux formes variées : des dômes, escarpements, alignements de crêtes généralement couverts par une végétation dense (De Belair, 1990).

Caractérisation des Macroinvertébrés et les Amphibiens dans différents plans d'eau de l'extrême Nord-est algérien.

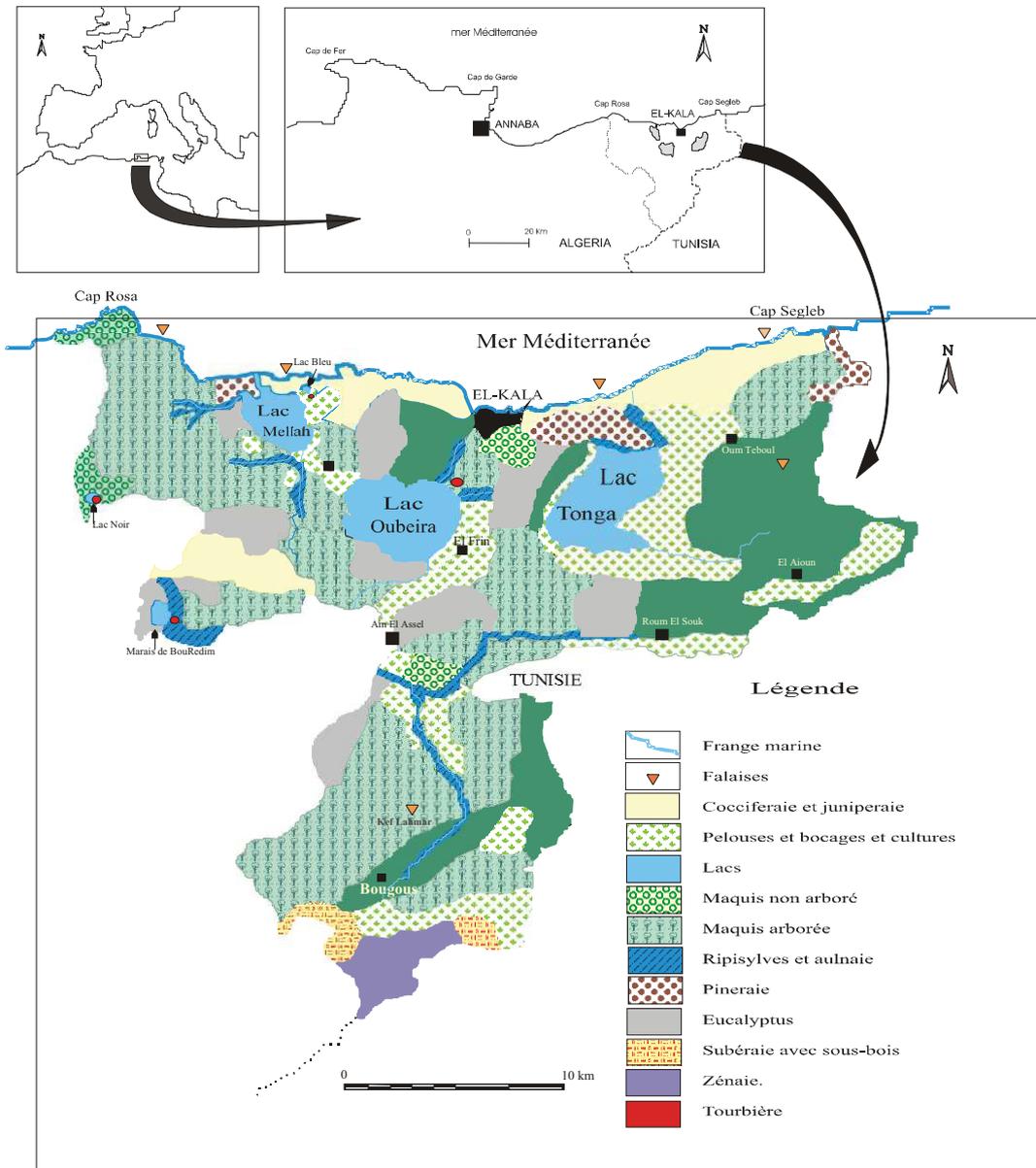


Figure 3: Localisation et limites du parc national d'El Kala (Benyacoub *et al.*, 1998).

La région est caractérisée par un réseau hydrologique important formé de sources (Bouredim, Bougles et Oum El-Bhaim), d'oueds (El-Kebir, Bougous et El-Aroug), de nappes et de lacs dont certains sont classés d'importance internationale par la convention de Ramsar.

Le climat de la région est du type méditerranéen, avec alternance d'une saison pluvieuse et d'une saison sèche, due à l'action combinée de différents facteurs climatiques. La température de la région est influencée d'une part par la mer et d'autre part par les formations marécageuses

et lacustres qui s'y trouvent. Ainsi la température moyenne annuelle maximale au niveau de la région d'El-Kala est de 22.36 °C avec une température moyenne de 18.61°C (station météorologique d'El-Kala).

La moyenne calculée sur dix ans (1993-2002) donne une pluviométrie annuelle de la région d'El-Kala de 720.56 mm/an, le mois le moins arrosé est Juillet avec 9.83 mm. L'humidité de l'air joue un rôle important dans le conditionnement de l'évaporation, elle atténue la sécheresse et par conséquent elle influence les conditions de développement de la végétation. L'humidité de la région varie de 72 % à 78.9 %, l'humidité maximale est observée au mois de novembre avec 82,7% (station météorologique d'El-Kala).

Les vents de la région sont de régime Ouest et Nord-ouest durant la saison hivernale, ils sont annonceurs de pluie. En été, il y a disparition du régime des vents d'Ouest et l'apparition des vents variables tels que les brises de terre et les brises de mer. On observe également de nombreuses dépressions qui se creusent en Méditerranée et qui peuvent atteindre le désert en provoquant un brassage de l'air chaud du Sahara pour le remonter vers le Nord. Il en résulte un vent chaud et sec soufflant du sud ou du Sud-est.

D'après le climagramme d'Emberger, la région d'étude est située entre l'étage bioclimatique Sub-humide à hiver chaud et l'étage humide. La région se révèle être une véritable mosaïque d'étages bioclimatiques et de végétation. Ainsi, du littoral au massif forestier de la Medjerda, on distingue trois étages bioclimatiques (Toubal, 1986).

- Etage Sub-humide à hiver chaud : Il se caractérise par l'aire de l'Oléo Lentisque à Caroubier au niveau de la mer et par celle de l'Oléo lentisque à Myrte à un niveau altitudinal supérieur (Toubal, 1986).

- Etage humide à hiver chaud à Tempéré : Il se caractérise par l'aire du Chêne liège (*Quercus Suber*).

- Etage humide à hiver Tempéré : Il se manifeste au delà de 800 à 900 m d'Altitude et se caractérise par l'aire du Chêne zeen (*Quercus faginea*) qui se développe lorsque la pluviométrie est supérieure ou égale à 900 mm/an. Enfin, la particularité de la région réside aussi dans la présence de populations délictuelles d'espèces végétales et animales dont l'aire de distribution actuelle est tropicale ou européenne (Benyacoub *et al.*, 1998). Ces populations seraient

maintenues depuis au moins le tertiaire grâce à la présence de 25 000 hectares de zones humides combinée à une température moyenne élevée. Junqua (1954) et Joleau (1936) (*in* Bouslama, 2003) insistent sur le caractère biogéographique particulier de cette région, où des traces de l'ancien climat tropical Nord africain côtoient une faune et une flore aux affinités.

1.4.2. Présentation de la région d'étude :

1.4.2.1. Climatologie générale de la région d'étude :

Il semble que le climat algérien n'ait pas fondamentalement changé depuis la période historique (*in* De Belair, 1990). Un climat de type méditerranéen règne dans la région ; plusieurs paramètres le caractérisent et l'influencent:

La température : Ce paramètre est fonction de l'altitude, de la distance à la mer et de la position topographique (Toubal, 1986) ; de manière plus générale, Seltzer (1946) souligne que : «...dans toute l'Algérie (Sahara non compris), la température moyenne est, de novembre à avril, inférieure à la moyenne annuelle ; elle lui est supérieure de mai à octobre...». On peut donc diviser l'année en un semestre froid et un semestre chaud (*In* De Belair 1990). Le tableau 1 permet d'en évaluer la variation.

Tableau 1: Températures mensuelles de la région d'El-Kala.-source la station météorologique d'El-Kala.2011 –Tmin température minimale –Tmoy température moyenne –Tmax température maximale -(°C) degrés Celsius.

Mois	Température de l'air		
	T min °C	T max °C	T moy °C
Janvier	9.7	17.2	13.2
Février	8.9	17.4	13.1
Mars	8.9	17.4	13.3
Avril	11.3	22.0	16.9
Mai	11.3	22.1	16.2
Juin	17.6	26.6	21.8
Juillet	21.6	30.6	26.0
Aout	22.5	31.7	27.2
Septembre	20.4	24.4	24.7
Octobre	15.7	25.7	21.0
Novembre	11.5	20.7	16.0
Décembre	8.4	16.2	12.3

L'humidité de l'air : ce paramètre dont les valeurs sont relativement élevées à proximité du littoral, atteint les valeurs les plus fortes au levé et au couché du soleil et, habituellement, dans les mois les plus froids (janvier et décembre) .Cette humidité élevée de l'air, même en période estivale, explique que la région puisse être plongée dans un voile de brume ; véritable compensation pour les végétaux ne bénéficiant presque d'aucune précipitation durant l'été.

Les vents : jouant un très grand rôle dans la région, ils sont relativement stables depuis le Quaternaire récent ; les plus violents sont ceux du Nord-est souvent liés aux pluies d'équinoxes, qui apportent les précipitations les plus importantes venues de l'Atlantique,

lorsque les hautes pressions du large des Açores ont cédé le pas aux basses pressions venues de l'Atlantique. A l'opposé, le sirocco qui souffle du Sud-est principalement en été, assèche l'atmosphère et favorise, avec les températures élevées les incendies de forêts (De Belair, 1990).

La nébulosité : ce facteur n'a jamais été intégré dans les données climatiques de la région, malgré son caractère quasi-permanent durant le printemps et le début de l'été. La proximité de la mer et les étendues des zones humides depuis les marais de la Mekkada jusqu'au lac Tonga, en sont les principaux responsables (Benyacoub, 1993).

La pluviosité : elle est conditionnée par les perturbations cycloniques d'origine atlantique de l'Ouest et du Nord-est, et les dépressions qui prennent naissance en Méditerranée occidentale, généralement centré dans le périmètre du golfe de Gêne-Corse-Sardaigne. Ce second phénomène n'affecte, en général, que la partie orientale du Tell algérien et est à l'origine de son statut de région la plus humide d'Algérie (Benyacoub, 1993). Seltzer (1946) remarque que les pluies qui tombent en Algérie sont pour la plus part d'origine orographique. Le tableau 2 permet d'en évaluer la variation.

Tableau 2 : Précipitation de la région d'El-kala. (Source la station météorologique d'El-Kala. 2011).

MOIS	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Précipitation (mm)	13.6	18.1	119.1	38.8	38.7	10.7	5.1	5.3	94.0	58.5	113.6	140.6

1.4.2.2. Géomorphologie et hydrologie de la région d'étude :

Le relief du Parc National d'El-Kala se compose d'une succession de dépressions dont certaines sont occupées par des formations lacustres ou palustres ou de hautes collines aux formes variées : dômes, escarpements, alignement de crêtes, généralement couvertes par une végétation dense (De Belair, 1990). De ce fait, et en allant du Nord vers le Sud du parc, on distingue géomorphologiquement : un système de collines basses de 30 à 310 m (100 m de

moyenne) de hauteur, représenté par les collines du djebel Koursi. Ces reliefs bas peuvent être dunaires près du littoral, ou gréseux. Ce système s'étire sur une quinzaine de kilomètres vers le Sud et s'interrompt au niveau de la vallée de l'oued Kébir. Au-delà de cette vallée, le relief s'accroît et augmente jusqu'à 500 m environ. Puis viennent les collines hautes, essentiellement gréseuses, qui sont représentées par les monts de Bougous. Enfin, au Sud de ces formations, le relief devient plus important, puisqu'il augmente jusqu'à 1202 m d'altitude (Djebel Ghorra), point culminant de la région. Cette région se caractérise par une grande richesse hydrologique. En effet elle est parcourue par trois grands ensembles de répartition des eaux :

- La zone Sud-est, drainée par trois oueds : l'oued Bougous et l'oued Mellila qui se jettent dans l'oued El Kebir, et qui débouche dans la mer par l'Oued Mafragh, après avoir traversé les marais de la Mekkada.
- La zone Est, caractérisée par plusieurs oueds à faible densité qui vont en partie alimenter le lac Tonga et s'infiltrer pour recharger la nappe phréatique, ou encore stagner sous forme de marécages.
- La zone Ouest parcourue par de nombreux oueds (Bouaroug, Mellah, Reguibet, Bou Merchen, Demnet Rihen...), qui se déversent pour la plupart dans les lacs Mellah et Oubeira. Il est à noter également l'existence de nombreuses sources au sein du PNEK. Les plus importantes sont celles de Bougles, Bouredim et El-Bhaim au Sud-est de la région.

1.4.2.3. Richesse faunistique :

Cette richesse a été bien mise en évidence par Benyacoub *et al* (1998). En effet, on y compte au moins 37 espèces de Mammifères dont 7 rares, 214 espèces d'Oiseaux dont 75 hivernantes et 139 nicheuses. 17 espèces de Reptiles ont été recensées dont 6 peu abondantes et 2 rares. En ce qui concerne les Insectes, 40 espèces d'Odonates, 50 espèces de Syrphidés, 45 espèces de Carabidés et 31 espèces de Lépidoptères ont été jusqu'à ce jour identifiées (Benyacoub *et al.*, 2007).

1.5. Sites d'étude :

Pour les besoins de l'étude, nous avons retenu six sites (**Figure 4**)

1.5.1. Sites d'échantillonnage :



Figure 4 : Carte de localisation des six sites étudiés dans la région d'El Kala (Nord-Est Algérien) (Google earth 2012, modifiée).

La typologie des six milieux étudiés est variable. Elle a été définie sur des critères physiologiques liés à la profondeur de l'eau et au type de végétation :

Mares temporaires, correspondant à des milieux humides peu profonds, caractérisées par des alternances de phases sèches et inondées au cours du cycle annuel (Anonyme, 2002 ; Zedler, 2003).

Marais temporaires, correspondant à des plans d'eau peu profonds, entièrement couverts par une végétation hélophytique (Grillas & Roché, 1997).

Lac semi-permanent, correspondant à un plan d'eau ne s'asséchant pas totalement en période estivale (Pottier-Alapetite & Labbe, 1951).

Les zones humides temporaires méditerranéennes sont classiquement décrites dans la littérature comme étant structurées en ceintures concentriques de végétation en relation avec la topographie, et donc la profondeur de l'eau et la durée de submersion (Lorenzoni & Paradis, 2000 ; Rhazi, 2001 ; Grillas *et al.*, 2004 ; Deil 2005 ; Bagella *et al.*, 2009b, 2010b). On y reconnaît ainsi (Fig. 5), (1) une zone centrale où la végétation aquatique est remplacée, au printemps, par des amphibiens, puis en été, par des terrestres hygrophiles, (2) une ceinture intermédiaire où les végétaux vivaces, souvent des héliophytes sont en mosaïque avec des espèces annuelles, et (3) une zone périphérique (ou externe) plus rapidement exondée, occupée par une végétation mésohygrophiles (liée à une humidité modérée du sol). Grillas *et al.*, 2004 ; Rhazi *et al.*, 2001a, 2006).

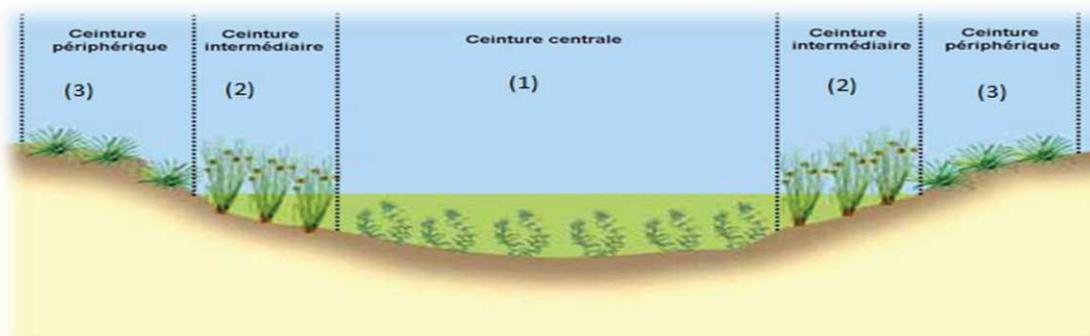


Figure 5 : Zonation spatiale classique d'une zone humide temporaire
(modifiée d'après Grillas *et al.*, 2004)

La zonation de la végétation des six sites étudiés est variable : certains répondent à cette répartition spatiale, d'autres pas.

1.5.2. Stations d'échantillonnage :

1.5.2.1. Hjar El Ouassâa1 :

Se situe sur la route A 84, mare artificielle, peu profonde, peu de végétation en surface; la Typha, et les racines de Myrthe dans l'eau.



Figure 6 : Photo de la mare de Hjar El Ouassâa 1 (Cliché Lakhdara Dalia).

1.5.2.2. Mare village :

Une petite mare peu profonde à l'intérieur d'une pinède, zone inondable, racine de Pin et de Myrte dans l'eau à coté du château d'eau.



Figure 7 : Photo de la mare village (Cliché Lakhdara Dalia)

Caractérisation des Macroinvertébrés et les Amphibiens dans différents plans d'eau de l'extrême Nord-est algérien.

1.5.2.3. Garaet El Okhrera :

Se situe à 20m de la route national A84, c'est un marécage dans une zone inondable qui est saturée d'eau pendant la plus grande partie de l'année, elle s'assèche en été, pas de végétation.



Figure 8 : Photo de Garaet El Okhrera (Cliché Lakhdara Dalia).

1.5.2.4. Hjar El Ouassâa2 :

Se situe à 50m de la route A84 c'est une mare artificielle, profonde, présence de végétation en surface; la Typha.

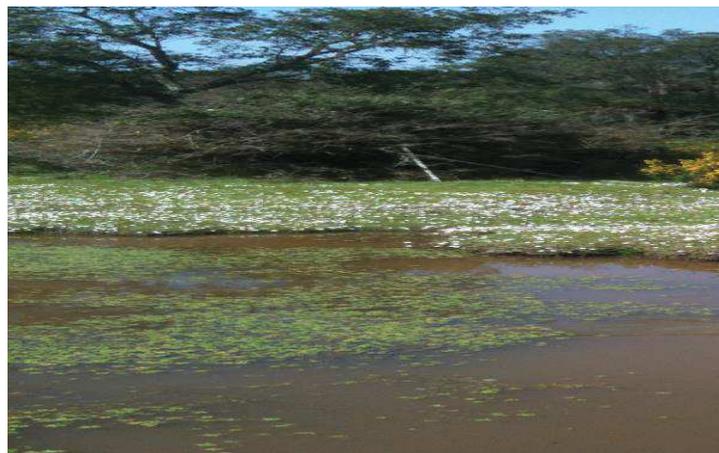


Figure 9 : Photo de Hjar El Ouassâa 2 (Cliché Lakhdara Dalia)

1.5.2.5 Hjar El Ouassaâa3 :

Se situe sur la route A84 à l'opposé de Hjar El Ouassâa 1 et 2, mare artificielle, beaucoup plus grande que les autres sites, profonde, absence de végétation sur la surface.



Figure 10 : Photo de Hjar El Ouassâa3 (Cliché Lakhdara Dalia)

1.5.2.6. Mare Héronnière :

Cette mare se situe sur la route A 84, c'est un lac, peu profond, présence de roseaux, de Nénuphar jaune, Typha, et l'Asphodèle pied dans l'eau.

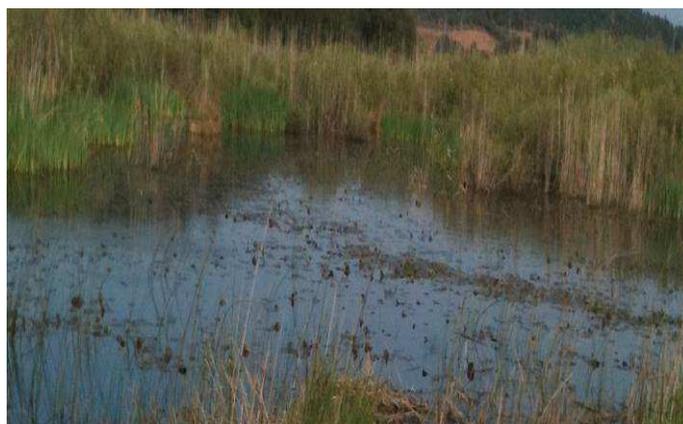


Figure 11 : Photo de la Mare Héronnière (Cliché Lakhdara Dalia)

1.6. Méthode d'échantillonnage :

La présente étude s'est échelonnée sur deux phases : la première s'est déroulée dans les six sites d'échantillonnage durant la période de (décembre 2010 jusqu'à juillet 2011) durant cette phase nous sommes intéressés à l'étude de l'écologie des macro invertébrés des mares de l'extrême Nord-est algérien. La seconde de (décembre 2012 jusqu'à novembre 2013) dans seulement cinq sites (Hjar El Ouassaâ1,2,3, Mare Village et la Mare héronnière) ou nous avons effectués, une étude écologique du peuplement d'amphibien présent dans les dites mares. Un échantillonnage bimensuel est effectué au niveau de chaque site durant la période d'échantillonnage.

1.6.1. Sur le terrain :

Les prélèvements ont été effectués suivant la méthode de «dipping » en utilisant un filet de 25 cm de diamètre d'ouverture et 250 µm de diamètre des mailles (Fig 12).



Figure 12 : Présentation de l'épuisette utilisée pour la récolte de la faune (Cliché personnel).

Dans chaque milieu prospecté, nous avons prélevé un échantillon correspondant à 10 coups de filets effectués à plusieurs niveaux du plan d'eau afin de couvrir tous les micro-habitats. Chaque coup est équivalent à une colonne d'eau (Filet circulaire) balayée par le filet sur une distance d'environ 50 cm (Fig. 13).

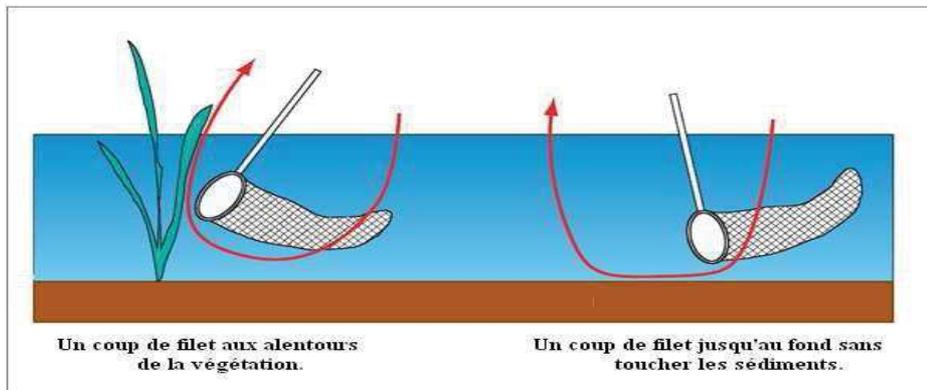


Figure 13 : Méthode d'échantillonnage de la faune en zone humide : un coup de filet.
(Modifiée à partir de Agència Catalana de l'Aigua)

L'échantillon entier est vidé, pour un premier tri, dans un *plateau* de couleur blanche permettant de distinguer les organismes délicats et rares qui doivent être écartés avant la fixation de l'échantillon. Une pissette et des pincettes sont utilisées pour récupérer les organismes accrochés au filet.

Le second tri des organismes sur le terrain se fait par tamisage. Les résidus restant sur le tamis sont déposés dans un liquide de conservation (alcool 70°) à l'intérieur de bocaux qui sont scellés et étiquetés. Chaque étiquette collée sur les contenants indique la date, l'heure de prélèvement et le nom du site.

1.6.2. Au laboratoire :

Au laboratoire, l'échantillon est lavé à l'eau afin d'éliminer toute trace d'alcool et les sédiments fins. Si l'échantillon contient beaucoup de matière organique, telle que des algues ou du purin, le liquide de conservation est remplacé au bout de quelques jours quand l'échantillon n'est pas traité immédiatement.

1.7. Paramètres écologiques :

Les peuplements des macroinvertébrés et les peuplements d'amphibiens peuvent être caractérisés par l'analyse des paramètres structuraux suivants :

Richesse spécifique « S » : C'est le nombre d'espèce « S » contacté au moins une fois au terme de « N » relevés (Blondel ,1975).

Abondance « N » : L'abondance représente le nombre d'individus collectés ou observés durant la saison d'échantillonnage pour chaque milieu (in Benyacoub, 1993).

Diversité spécifique ou diversité observée « H » : La diversité d'un peuplement exprime son degré de complexité. Elle est calculée à partir de l'indice de Shannon et Weaver (1949) (Daget, 1976 in Benyacoub, 1993).

$$H' = - \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i$$

P_i = La fréquence relative de l'espèce i dans un peuplement.

S : la richesse totale de ce peuplement

H' : est exprimé en Bit par individu (Binary digit)

Cet indice mesure le degré de complexité d'un peuplement. Une valeur élevée de cet indice correspond à un peuplement riche en espèces dont la distribution d'abondance est équilibrée.

A l'inverse, une valeur faible de cet indice correspond soit à un peuplement caractérisé par un petit nombre d'espèce pour un grand nombre d'individus, soit a un peuplement dans lequel il y a une espèce dominante.

La diversité varie en fonction de la richesse du peuplement et de la distribution d'abondance des espèces de ce peuplement. Plus la richesse est élevée et la distribution d'abondance est équilibrée, plus la diversité est forte. Les fortes valeurs de « H » traduisent généralement d'un degré élevé de complexité et de maturité d'un peuplement et, par la même, la complexité des facteurs mais en jeu dans l'environnement (Benyacoub, 1993).

Diversité maximale d'un peuplement H'_{Max} :

$$H'_{Max} = \log_2 S$$

S : Richesse totale de ce peuplement.

H'_{Max} : La diversité théorique maximale.

Équitabilité: C'est le rapport de la diversité observée à la diversité maximale. Elle mesure le degré d'équilibre et de complexité d'un peuplement par l'écart de H^i par rapport à H'_{Max} (Benyacoub, 1993).

$$E = H' / H'_{max}$$

Quand E est proche de 1, la diversité observée est proche de la diversité maximale. Elle traduit alors une distribution d'abondance proche de l'équilibre. A l'inverse, quand E est proche de la valeur 0, la diversité observée est faible et illustre une distribution d'abondance fortement hiérarchisée qui est le reflet d'un environnement simple, contraignant, dans lequel peu de facteurs structurent le peuplement (Benyacoub, 1993).

1.8. Analyses statistiques :

Nous avons utilisés le logiciel excel pour les statistiques élémentaires ; calcule de moyenne et de la somme. Pour la représentation graphique (les courbes, les histogrammes et les camemberts).

Caractérisation des Macroinvertébrés et les Amphibiens dans différents plans d'eau de l'extrême Nord-est algérien.

Chapitre II : Peuplements des Macroinvertébrés dans différents plans d'eau de l'extrême Nord-est algérien.

2.1. Introduction :

Un macroinvertébré est, par définition, un organisme aquatique qui habite le fond des cours d'eau et des lacs. On les retrouve plus particulièrement dans les sédiments à une faible profondeur, dans les débris organiques, sur les macrophytes et ce, pour l'entière partie de leur cycle de vie ou pour une partie seulement. Les macroinvertébrés les plus couramment utilisés comme bioindicateurs sont les insectes aquatiques, les acariens, les mollusques et les crustacés d'eau douce. Ils sont fortement influencés par: la modification de l'habitat; la présence de matières organiques et une faible oxygénation des eaux ((Barbour *et al.*, 1999; WFD, 2003).

Les avantages d'utiliser les macroinvertébrés comme bioindicateurs :

Ils réagissent aux toxiques rapidement et différemment selon les espèces ; ils fournissent une réaction graduelle à des degrés d'agression différents.

Ils sont présents dans le milieu assez longtemps pour fournir une image représentative de la qualité de ce dernier, ils ont des cycles d'au moins plusieurs mois et en général d'un an.

Les macroinvertébrés benthiques constituent la ressource première en nourriture pour les poissons d'intérêts récréatifs et commerciaux.

C'est ce qui nous a incité à réaliser ce travail, pour démontrer l'importance faunistique et macrobenthique des mares de l'extrême Nord-est algérien.

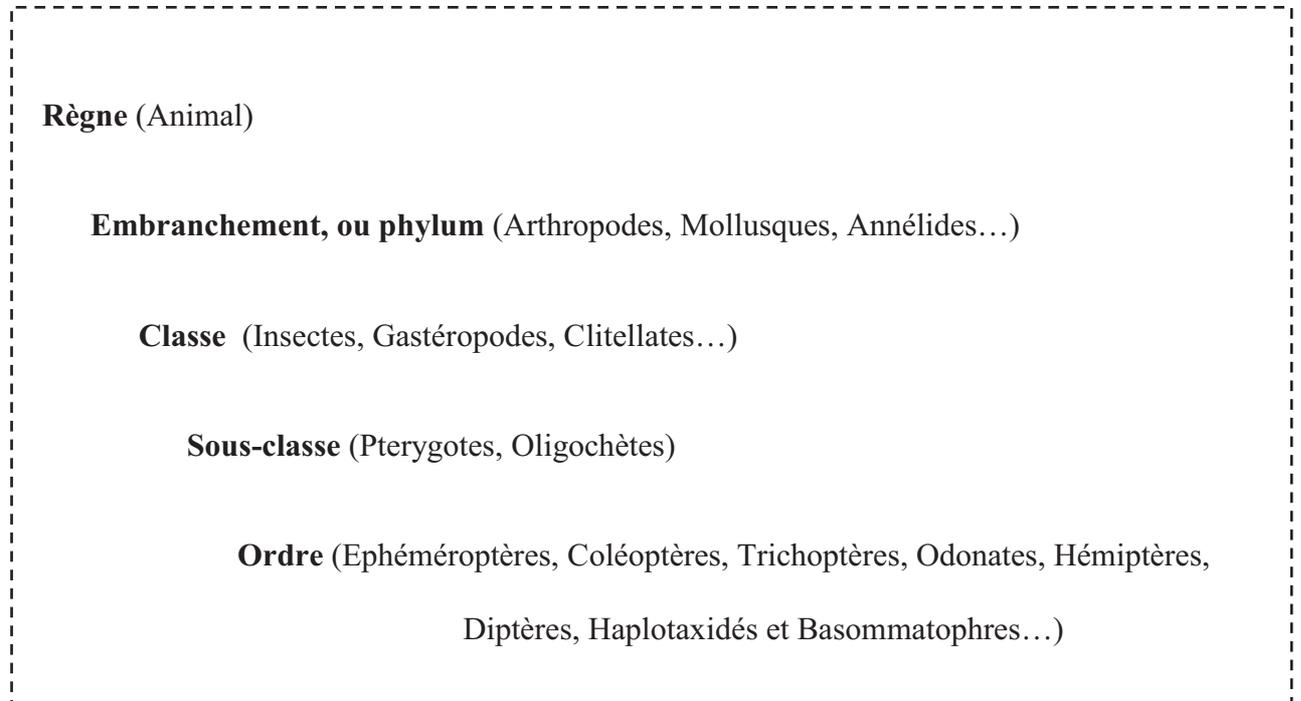


Figure 14 : Classification des différents taxons échantillonnés.

2.2. Méthodologie de travail :

Avant de débiter, il est important de regrouper les individus semblables et de commencer l'identification par les plus gros individus, donc les plus matures. En utilisant une loupe binoculaire on identifiera les spécimens à l'aide de la clé de Tachet *et al.* (2000). Une fois terminée, chaque identification devra être validée à l'aide des illustrations selon les caractéristiques propres au spécimen. L'unité taxonomique retenue dans ce travail est l'ordre.

2.3. Résultats :

2.3.1. Identification des peuplements de macroinvertébrés :

Cette étude nous a permis d'identifier huit (8) taxons ; *les Diptères, les Ephéméroptères, les Coléoptères, les Hémiptères, les Trichoptères, les Odonates, les Haplotaxidés et les Basommatophores.*

Les Ephéméroptères : Les Ephéméroptères sont des insectes hémimétaboles qui présentent un stade ailé unique dans la classe des insectes (le subimago) qui précède le stade imaginal (Weber & Weidner, 1974). Leur développement larvaire complet dure en moyenne dix à vingt jours en fonction de la température de l'eau (Elliot & Humpesch, 1983). Il comprend en général de 15 à 25 mues (FINK, 1980). Les larves d'Ephéméroptères sont très abondantes dans les eaux courantes. Elles occupent souvent les principaux biotopes des torrents, ruisseaux et rivières et elles constituent le premier rang des insectes aquatiques (Thomas, 1981). Les Ephéméroptères constituent le groupe le mieux représenté parmi la faune benthique récoltée.

La répartition des Ephéméroptères dans les différents sites étudiés met en évidence leur importance. En effet ces secteurs de cours d'eau dont les habitats sont caractérisés par des températures relativement élevées et un substrat hétérogène riche en matière organique légère, offrant des conditions fortement favorables au développement d'une faune plus abondante et assez diversifiée.

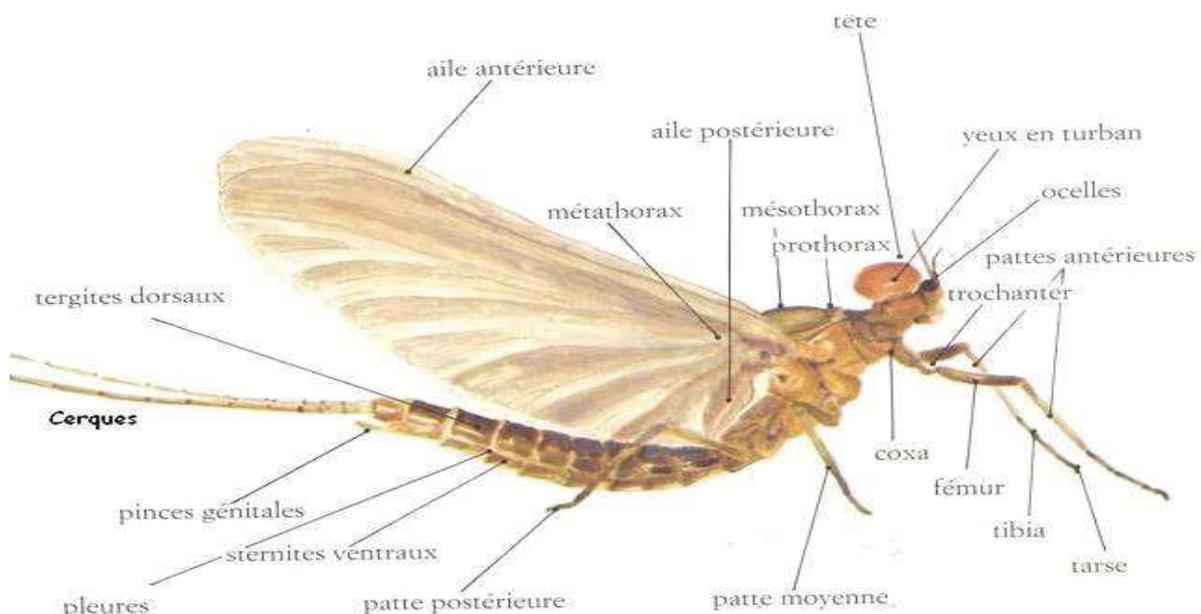


Figure 15 : Aspect de l'adulte d'éphémère bien légendé.

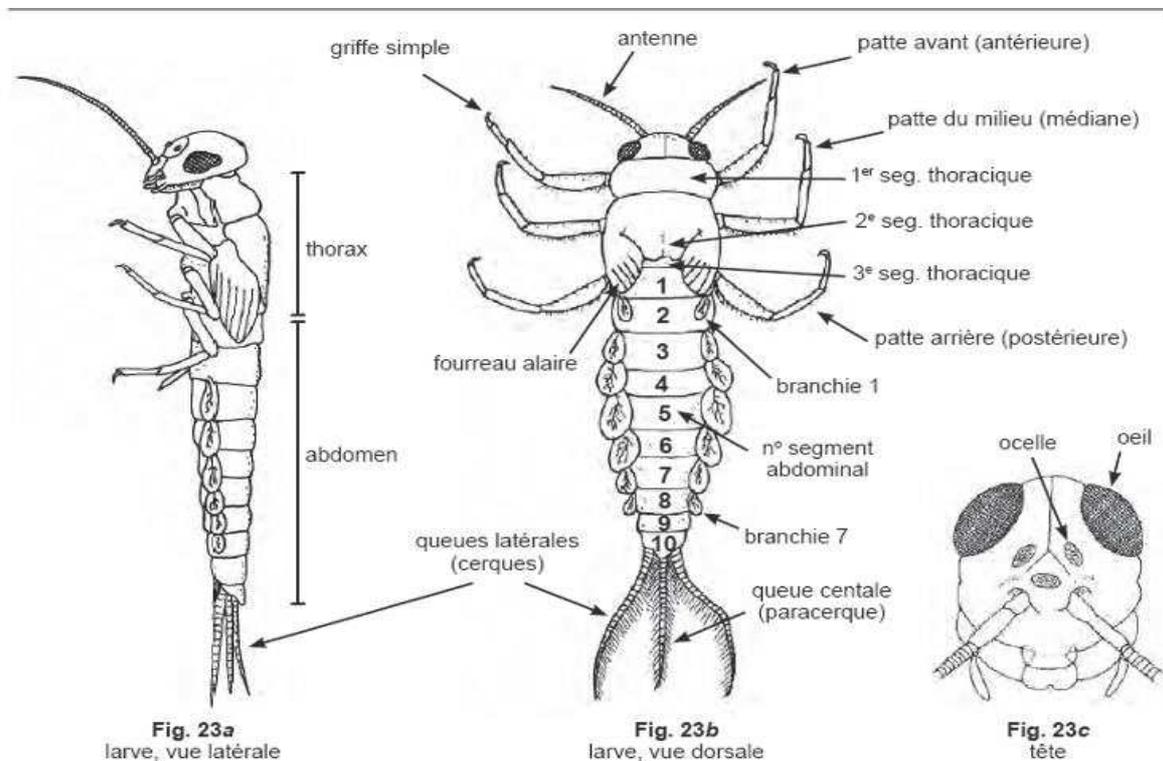


Figure 16 : Aspect de la larve d'éphémère (Tachet *et al.*, 2000).

Les Trichoptères : Les Trichoptères étudiés sont relativement peu fréquents et peu abondants par rapport aux Coléoptères et aux Ephéméroptères. En effet, les éléments de cet ordre d'insectes sont considérés par de nombreux auteurs, comme légèrement polluo-résistants et très aptes à recoloniser un substrat en grande partie déserté par les espèces fragiles. (In Haouchine sabrina 2011).

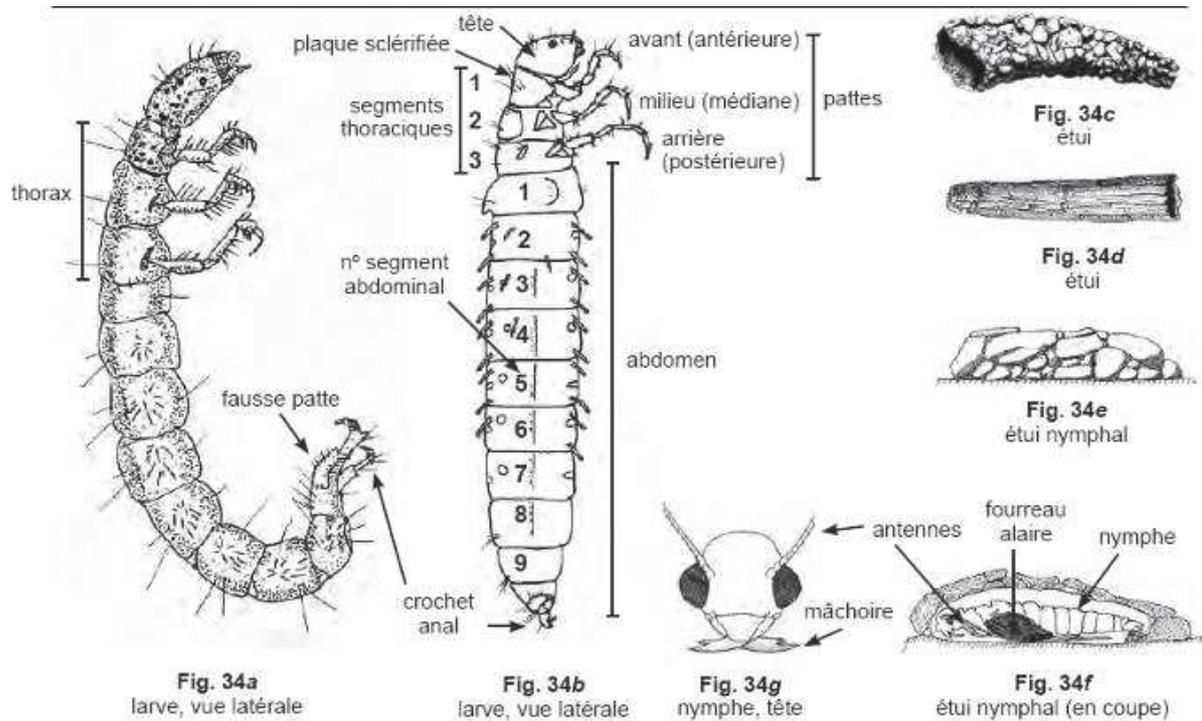


Figure 17 : Morphologie schématique des larves et des nymphes de Trichoptères (Tachet *et al.*, 2000)

Les Diptères : Les Diptères se caractérisent par leur grande diversité tant sur le plan écologique que biogéographique. Ils sont répartis de l'équateur aux régions polaires et bénéficient d'une grande capacité de coloniser les biotopes les plus variés : sources, rivières, lacs, marais, littoral marin, etc. Ils sont parmi les invertébrés aquatiques les mieux représentés aussi bien en nombre d'espèces que d'individus. Les larves de cet ordre d'insectes se distinguent aisément des larves d'insectes holométaboles aquatiques par l'absence de pattes thoraciques. Il peut y avoir des pseudopodes mais ceux-ci ne sont jamais articulés. Les éléments de ce groupe d'insecte possèdent une grande capacité de coloniser divers biotopes pollués ou non pollués (Tachet *et al.*, 1980).

Les Coléoptères : Les Coléoptères sont les seuls insectes holométaboles à se présenter à la fois sous la forme imaginaire et sous la forme larvaire dans les milieux aquatiques. Ils colonisent divers habitats : sources, ruisseaux de sources, torrents, rivières à eau

modérément courante et rivières à eau quasi-stagnante et riche en végétation (Tachet *et al.*, 1980). D'après Angus (1973), Moubayad (1986), Lounaci (1987) et Mebarki (2001), la végétation immergée, le substrat à granulométrie fine, la température de l'eau et les potentialités trophiques sont les facteurs de répartition les plus influents sur les éléments de ce groupe d'insectes. Les Coléoptères constituent un groupe très diversifié et écologiquement très hétérogène pouvant s'adapter à tout type de biotopes, (Berthelemy, 1979).

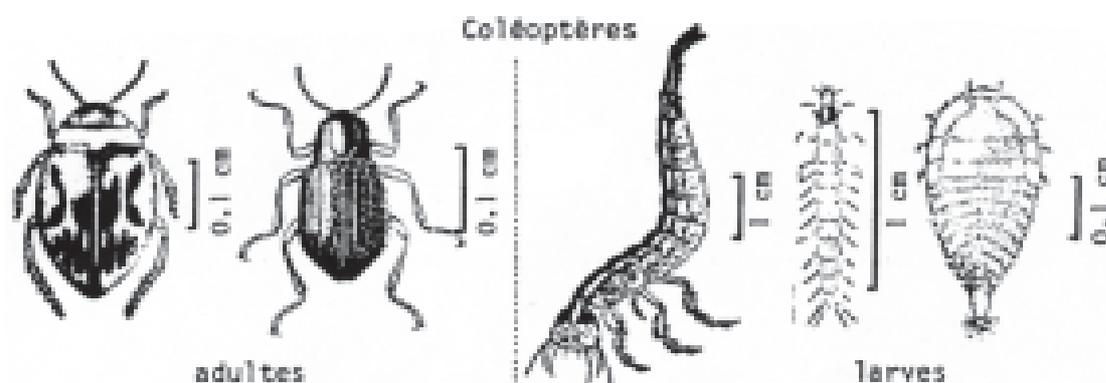


Figure 18: Coléoptère adultes et au stade larvaire.

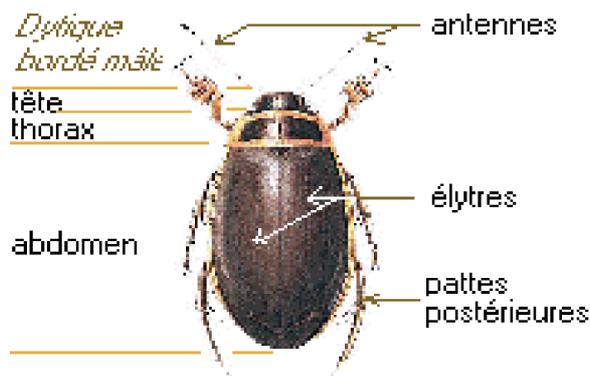


Figure 19 : Coléoptère adultes.

Les Odonates : Selon Aguesse, (1968), les Odonates ne sont pas seulement des indicateurs de la nature d'un milieu aquatique mais aussi un indicateur de sa richesse en faune aquatique. Leur diversité est fonction du régime thermique et de l'ombrage qui jouerait un rôle de facteurs limitants. Il leur attribue comme habitat, les eaux à

écoulement lent et assez fraîches. Moubayed, (1986), signale que les densités et la diversité des Odonates sont sous l'action combinée du couvert végétal, du courant modéré et du substrat grossier, ou aux macrophytes de bordure, au courant lent et au substrat meuble.

Les Haplotaxidés : Les Haplotaxidés fréquentent tous les types de biotopes, depuis les ruisseaux de sources jusqu'au cours d'eau de plaine. Ils sont surtout représentés dans les sections les plus proches des pollutions. En effet, Les Haplotaxidés abondent les portions des cours d'eau à fond meuble (sable, limons, détritiques organiques) riches en végétations aquatiques. En effet, l'augmentation massive de ces populations dans les eaux riches en matières organiques a été souvent mentionnée (Echaubard & Neveu, 1975; Tourenq, 1975).

Les Basommatophores: D'après la littérature, les Basommatophores ne sont jamais abondants en milieu aquatique continental. La teneur en calcium, la nature du substrat, la nature de la végétation et de la litière, la vitesse du courant sont les facteurs prépondérants sur la prolifération et la répartition des Basommatophores dans les eaux continentales.

Les Hémiptères : Les Hémiptères (Hemiptera) sont un Ordre d'Insectes, Sous-classe des Ptérygotes, Section des Néoptères, Super-ordre des Hémiptéroïdes. Il comprend près de 100 000 espèces d'insectes suceurs de phloème, comme les cigales, pucerons, cochenilles et punaises. Son existence remonte à plus de 250 millions d'années. Les membres de cet ordre sont caractérisés par leurs deux paires d'ailes dont l'une, en partie cornée, est transformée en hémélytre pour une partie de l'ordre seulement (hétéroptères).Le développement est du type hétérométabole paurométabole et ils possèdent : des antennes longues ; des pièces buccales piqueuses avec un long rostre articulé, des palpes maxillaires et labiaux absents; deux paires d'ailes dont l'une, en partie cornée, est transformée en hémélytre chez les Hétérométaboles. (Bourgoin & Le febvre, 2004).



Figure 20 : Aspect général de *Notoneta glauca glauca*

(<http://www.fishforums.net/index.php?/topic/277805-hitchhikers-in-freshwater-tanks-ponds/>)

2.3.2. Ecologie du peuplement de macroinvertébré :

2.3.2.1. Richesse Taxonomique :

Nos résultats démontrent que le nombre de taxons observé par site pendant toute l'année. D'après le tableau 3, nous remarquons que les deux mares ; Hjar El Ouassâa1 et Hjar El Ouassâa2 sont celles qui représentent la plus grande richesse avec 08 taxons suivi de la mare village, mare Héronnière et Hjar El Ouassâa3 présentant 06 taxons, la mare de Garaet el Okhrera (05) est considérée comme étant le site le moins riche.

Tableau 3 : Présente la Richesse Taxonomique totale dans les six sites (2010-2011).

Sites	Richesse taxonomique
Site 01	8
Site 02	6
Site 03	5
Site 04	8
Site 05	6
Site 06	6

Site 01 : Hjar El Ouassâa1; **site 02 :** Mare village; **site 03 :** Garaet El Okhrera; **site 04 :** Hja El Ouassâa2; **site 05 :** Hjar El Ouassâa3; **site 06 :** Mare Héronnière.

Nos résultats révèlent que la plus grande richesse est observée au mois de Février, Mars, et Avril pour les six sites ; la biodiversité varie en fonction des sites c'est ainsi qu'elle est plus importante (2070 ind à Hjar El Ouassâa1) pauvre en taxon dans les autres sites ; (542 ind à Mare village), et (421ind à Garaet El Okhrera), (542ind à mare héronnière), (549ind à Hjar El Ouassâa3), (131ind à Hjar El Ouassâa2).

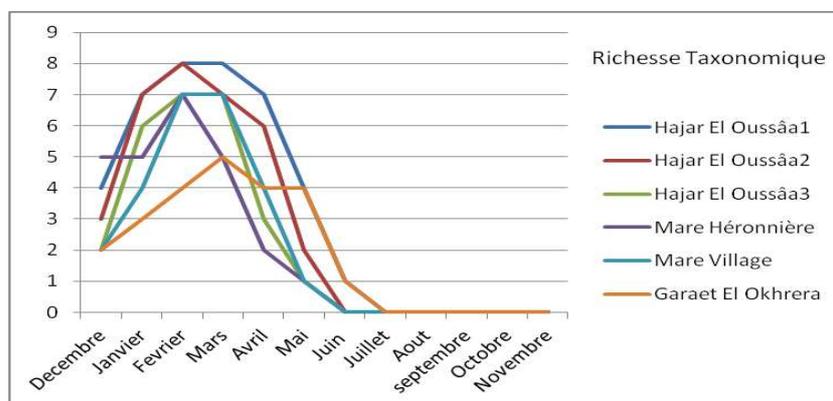


Figure 21 :Evolution temporelle de la richesse taxonomique au niveau de six sites d'étude. (2010-2011)

2.3.2.2. Caractérisation des peuplements des macroinvertébrés :

L'examen du tableau 4 fait ressortir une richesse spécifique égale à 9 pour le site 1 et 2 et égale à 7 pour le site 3,4 et 5, et égale à 5 pour le site 6. La plus grande diversité est égale à 2,584 dans le site 2 ; l'équitabilité la plus élevée dans le site 5 égale à 0,903. Cela indique un peuplement équilibré riche.

Tableau 4: Caractérisation des peuplements de macroinvertébrés (2010-2011).

	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5	Site 6
H'	2,515	2,584	2,354	2,388	2,537	1,695
E	0,793	0,815	0,838	0,850	0,903	0,730
S	9	9	7	7	7	5
N	1976	1310	549	542	542	421

Site 1 : Hjar El Ouassâa1 ; **Site 2** : Hjar El Ouassâa2 ; **Site 3** : Hjar El Ouassâa3 ; **Site 4** : Mare Village ; **Site 5** : Mare Héronnière ; **Site 6** : Garaet El Okhrera.

2.3.2.3. Abondance :

D'après notre étude nous remarquons que les Diptères sont irréfutablement les plus abondants et ce dans tous les sites d'études. Les Ephéméroptères sont également nombreux suivie par les Hémiptères où ils sont totalement absent à Garaet El Okhrera.

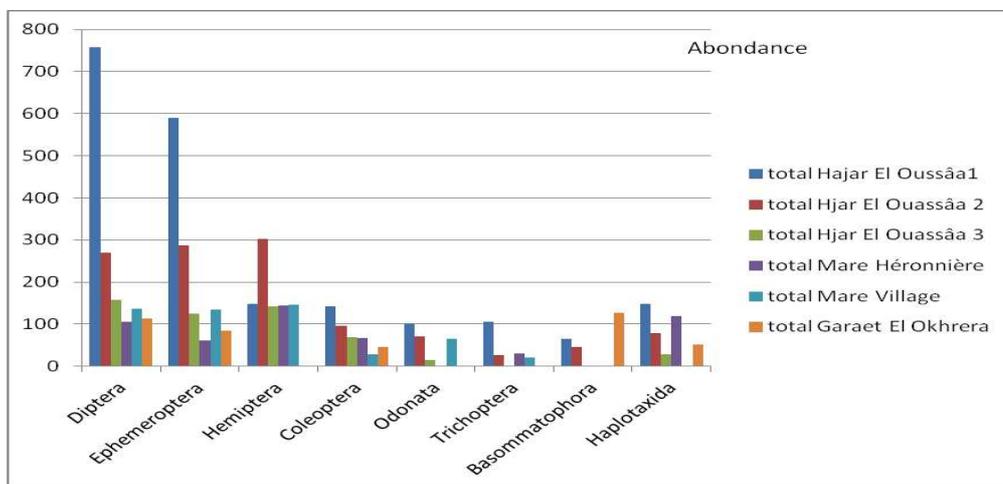


Figure 22 : Représentation graphique de l'Abondance (2010-2011)

2.3.3.4. Prévalence :

Hjar El Ouassâa1 : D'après la Figure 23, 8 ordres de macro invertébrés ont pu être identifiés au niveau de cette mare. L'ordre le plus prévalent est représenté par les Diptères suivie de près par les Ephéméroptères. Les ordres les moins prévalent sont respectivement les Hémiptère, les Coléoptère et les Haplotaxidés, les Odonates et les Trichoptères et enfin les Basommatophores qui sont rare.

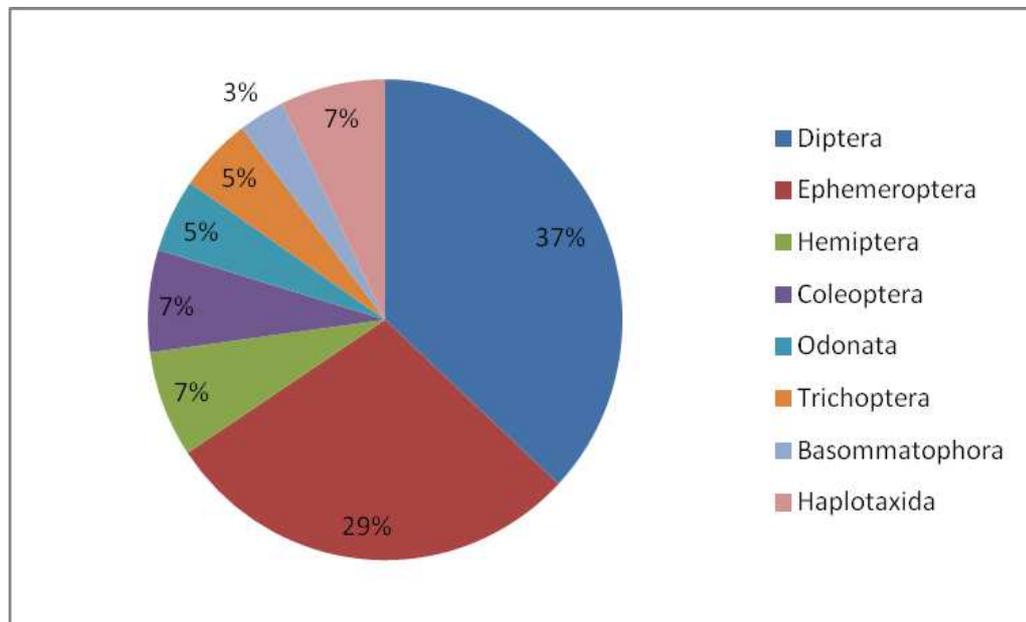


Figure 23: Prévalence (%) des différents taxons observés au niveau de Hjar El Ouassâa1(2010- 2011).

Mare village : Cette mare abrite 6 ordres (Figure 24), les ordres les plus prévalent sont ceux des Hémiptères, les Diptères et les Ephéméroptères, le reste des ordres suivie de cet ordre de prévalence Odonates, Coléoptères, Trichoptères

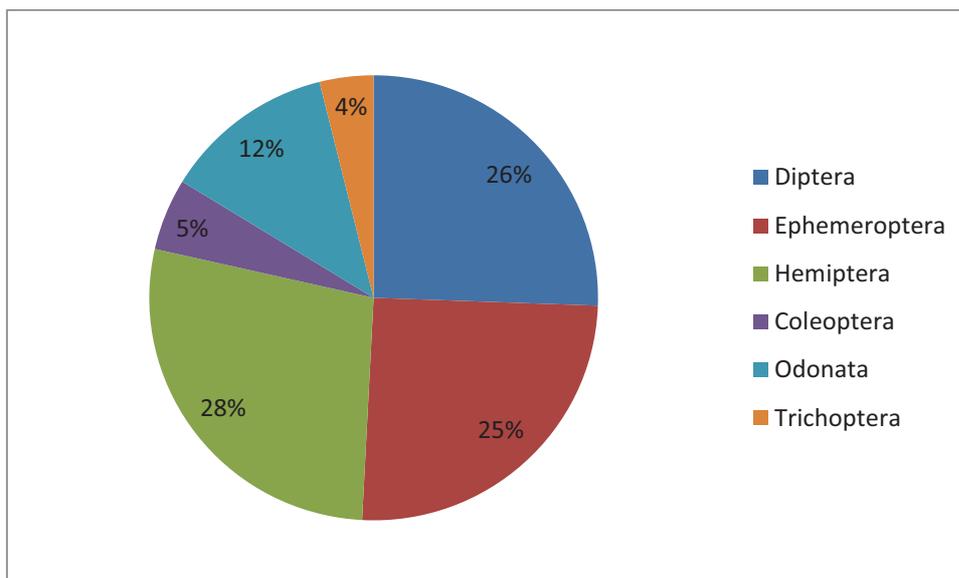


Figure 24: Prévalence (%) des différents taxons observés au niveau de la Mare village (2010-2011).

Garaet El Okhrera : Le peuplement des macro-invertébrés est caractérisé par 5 ordres (Figure 25), dont les ordres les plus prévalent sont respectivement ; les Basommatophores, les Diptères et les Ephéméroptères. Les autres sont moins prévalent ; Haplotaxidés, Coléoptères.

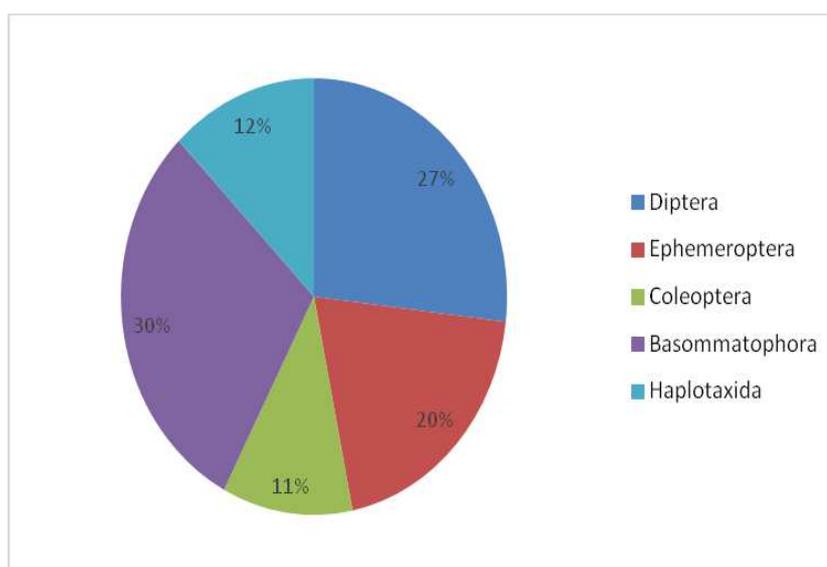


Figure 25 : Prévalence (%) des différents taxons observés au niveau de Garaet El Okhrera de (2010-2011).

Hjar El Ouassaâ2 : Nos résultats montrent l'ordre le plus prévalent est celui des Ephéméroptères suivie des Hémiptères et des Diptères, les autres ordres sont plus ou moins rare.

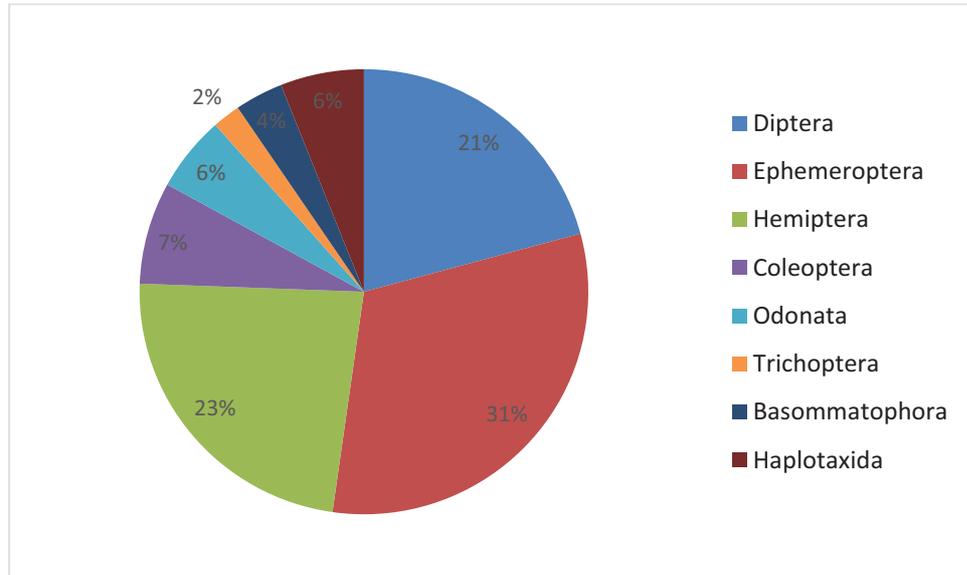


Figure 26 : Prévalence (%) des différents taxons observés au niveau de Hjar El Ouassaâ2 (2010-2011).

Hjar El Ouassaâa3 : Cette mare abrite 6 ordres ; Diptères, Hémiptères et Ephéméroptères. Nous remarquons une absence totale des Trichoptères et des Basommatophores.

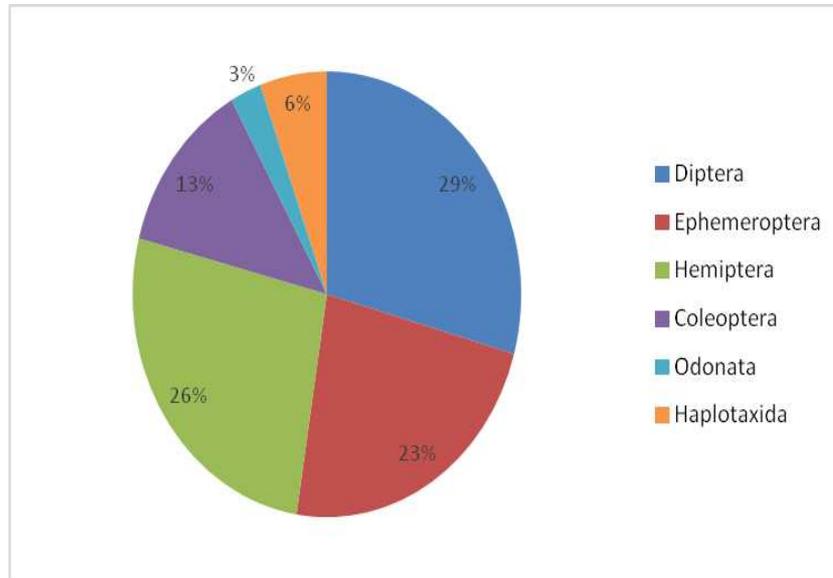


Figure 27 : Prévalence (%) des différents taxons observés au niveau de Hjar El Ouassâa3 (2010- 2011).

Mare Héronnière : Dans cette figure 28 on remarque la présence de 6 ordres ; Hémiptères est le plus prévalent suivie des Haplotaaxidés, des Diptères. Absence des Odonates et des Basommatophores.

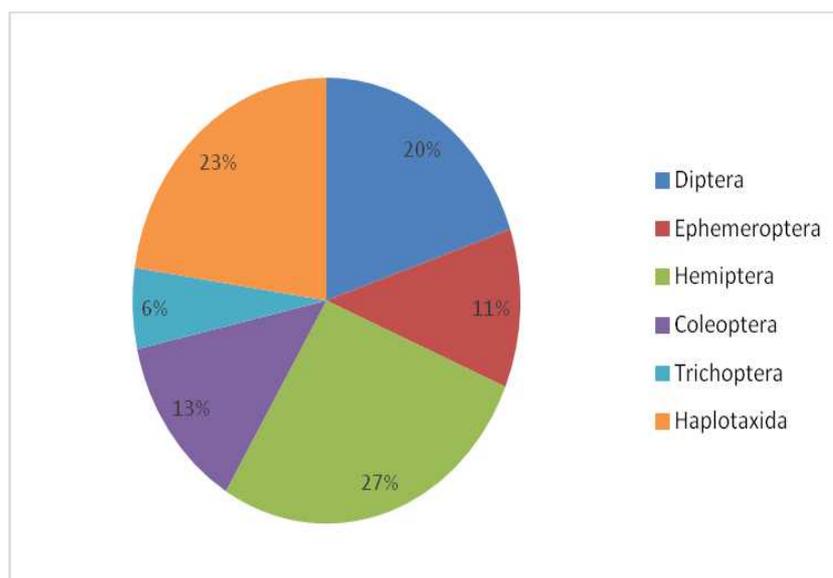


Figure 28 : Prévalence (%) des différents taxons observés au niveau de la mare Héronnière (2010- 2011).

2.3.3. Dynamique des peuplements :

2.3.3.1. Variations temporelles du nombre d'individus au niveau de Hjar El Ouassâa1 :

Au niveau cette mare, nous avons constaté un pic d'abondance au mois de Mars et ce pour tous les taxons excepté les Ephéméroptères pour lesquelles le maximum est observé en mois de Décembre et devient nulle au mois de Avril. C'est au cours du mois de Janvier que les Hémiptères et les Haplotaxidés sont les plus abondants (Figure 29).

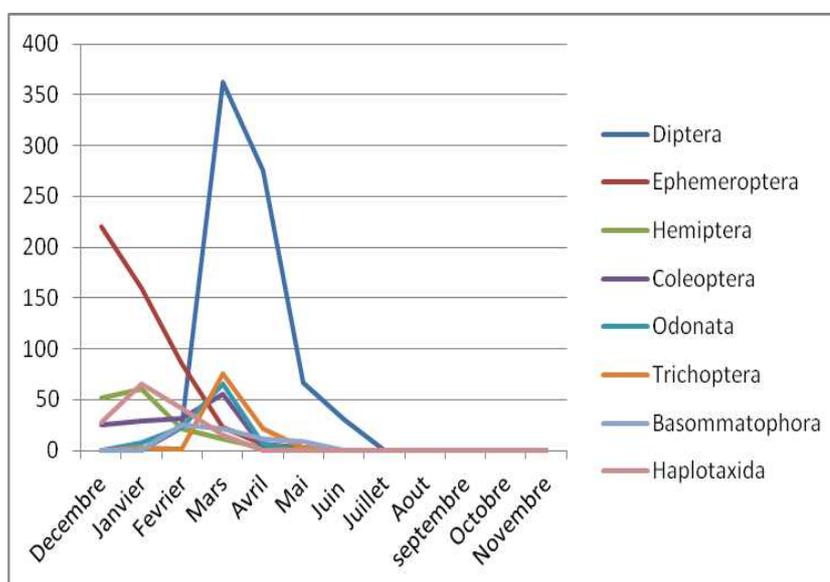


Figure 29 : Variation mensuelle des différents taxons au niveau de Hjar EL Ouassâa1 (2010-2011).

2.3.3.2 Variations temporelles du nombre d'individus au niveau de la mare Village :

L'analyse de la figure 30, montre que le pic d'abondance est observé au cours du mois de Mars-Avril pour les Diptères, les Coléoptères, au cours du mois de Décembre pour les Ephéméroptères au cours du mois de Janvier pour les Hémiptère, et au cours du mois de Février-Mars pour les Odonates et les Trichoptères.

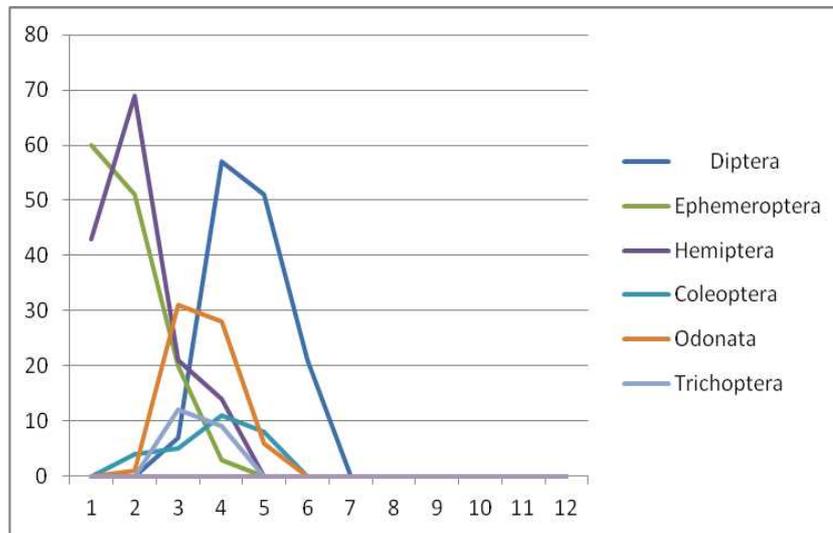


Figure 30 : Variation mensuelle des différents taxons au niveau de la Mare village (2010-2011).

2.3.3.3 Variations temporelles du nombre d'individus au niveau de Garaet El Okhrera :

D'après la figure31, l'évolution mensuelle des effectifs montre que le pic d'abondance enregistré par les Diptères au cours du mois de Mars-Avril, les Basommatophores, les Ephéméroptères au cours du mois de Février, les Coléoptères au cours du mois d'Avril-Mai, les Haplotaxidés au cours du mois de Janvier. On observe aussi une absence des Hémiptères, Odonates et Trichoptères dans ce site.

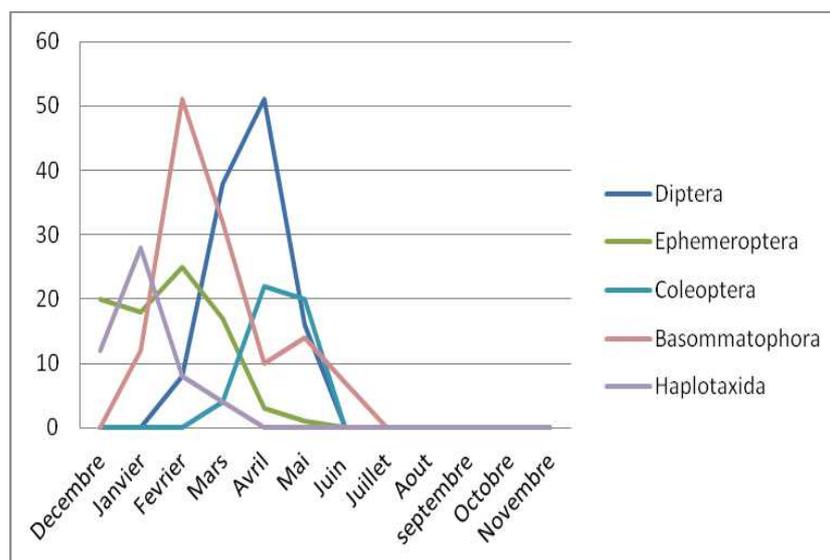


Figure 31 : Variation mensuelle des différents taxons au niveau de Garaet El Okhrera.(2010-2011)

2.3.3.4. Variation temporelles du nombre d'individus au niveau de Hjar El Ouassâa2 :

D'après la figure 32, l'évolution mensuelle des effectifs montre que le pic d'abondance enregistré par les Ephéméroptères les Diptères au cours du mois de Mars-Avril, les Basommatophores, les Hémiptères au cours du mois de Janvier. Les Haplotaxidés au cours du mois de Décembre-Janvier

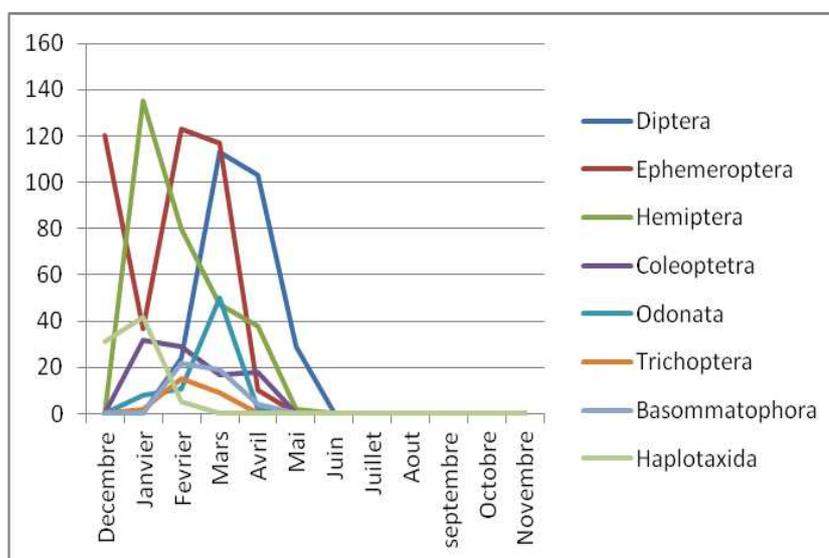


Figure 32 : Variation mensuelle des différents taxons au niveau de Hjar El Ouassâa2 (2010-2011).

2.3.3.5. Variation temporelles du nombre d'individus au niveau de Hjar El Ouassâa3 :

D'après la figure 33, l'évolution mensuelle des effectifs montre que le pic d'abondance enregistré par les Diptères au cours du mois de Mars-Avril, les Ephéméroptères au cours du mois de Février-Mars, les Coléoptères et les Hémiptères au cours du mois de Janvier ,les odonates au cours du mois de Mars, et les Haplotaxidés au cours du mois décembre.

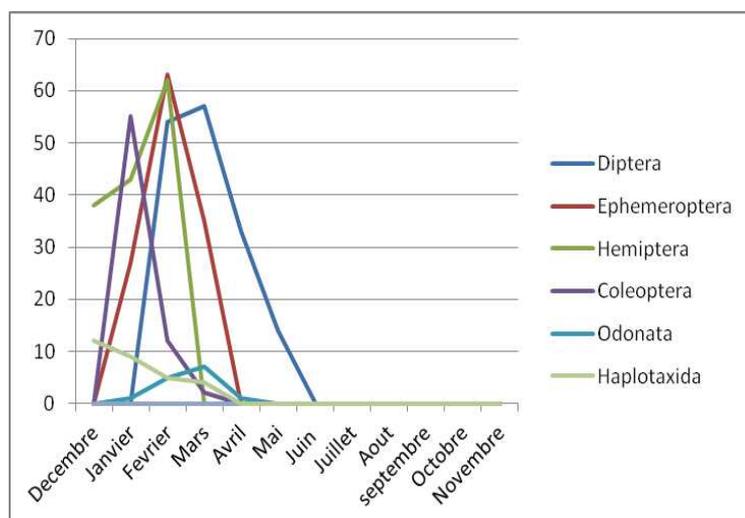


Figure 33 : Variation mensuelle des différents taxons au niveau de Hjar El Ouassâa3 (2010-2011).

2.3.3.6. Variation temporelles du nombre d'individus au niveau de la Mare Héronnière :

L'analyse de cette figure 34, montre que le pic d'abondance est observé au cours du mois de Février-Mars pour les Diptères, les Trichoptères au mois de février, et au cours du mois de Décembre on a les Hémiptères, Ephéméroptères, Coléoptères et les Haplontaxidés.

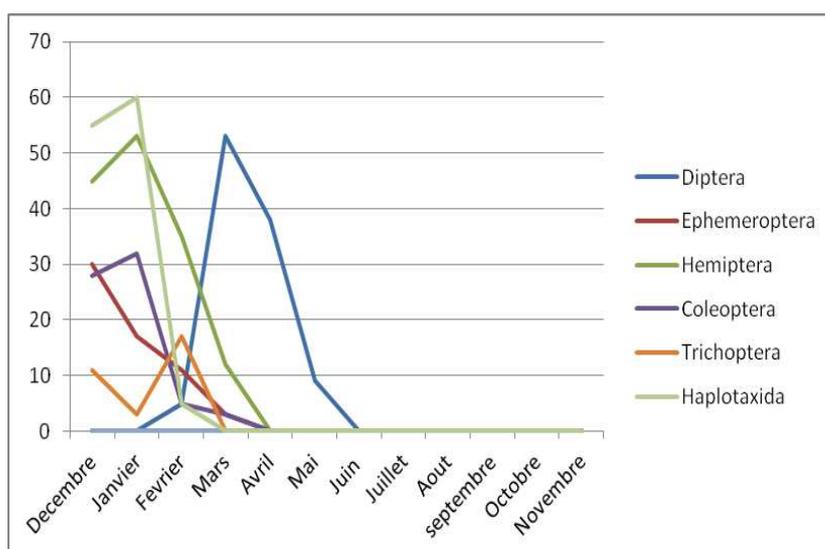


Figure 34 : Variation mensuelle des différents taxons au niveau de la Mare Héronnière (2010-2011)

2.5. Discussion :

L'Algérie abrite des zones humides temporaires d'eau douce dont une grande partie est concentrée au Nord-est du pays (Samraoui *et al.*, 1993). Ce sont des milieux singuliers, ni vraiment Aquatiques ni complètement terrestres, où l'alternance de phases sèches et inondées ainsi que l'isolement favorisent l'établissement de peuplements floristiques et faunistiques originaux et diversifiés.

La faune des zones humides temporaires est formée principalement par des invertébrés (Collinson *et al.*, 1995 ; Lounaci *et al.*, 2000 ; Beauchard *et al.*, 2003 ; Boix *et al.*, 2004, 2008, 2009 ; Gascon *et al.*, 2008, 2009 ; Bazzanti *et al.*, 2009) comme les insectes Coléoptères, (Bennis *et al.*, 2009) ; Ephéméroptères, (Nagell & Fagerstrom, *et al.*, 1978). Cette faune comprend également quelques amphibiens (Jakob *et al.*, 1999, 2003; Gomez-Rodriguez *et al.*, 2009 ; Sicilia *et al.*, 2009).

C'est dans le cadre de ces travaux, que la présente étude a été menée. Elle a pour objectifs, à travers des relevés de terrain et des analyses numériques de trois sites humides temporaires de la région d'El Kala (Nord-Est Algérien) (1) de caractériser la faune aquatique (macroinvertébrés et amphibiens) de ces milieux, (2) de mettre en évidence leur richesse biologique exceptionnelle, (3) de suivre leur dynamique au cours des saisons.

Les six zones humides temporaires étudiées se trouvent sous climat méditerranéen qui selon Quézel (1998) est caractérisé par une saison pluvieuse allant en moyenne de septembre à mai, et par un été sec et ensoleillé entraînant la disparition du plan d'eau durant plusieurs mois. Nos résultats ont révélé une bonne diversité de la faune aquatique au niveau de nos sites d'étude : en effet, neuf (09) Ordres ont été constatés. Tous les macroinvertébrés observés sont caractéristiques des habitats aquatiques, tels que les coléoptères; Bennis *et al.*, 2009 ; Touaylia *et al.*, 2010), les éphéméroptères (Korba *et al.*, 2009). Parmi ces taxons certains, ont été retrouvés dans tous les sites car ils seraient adaptés aux alternances des phases hydriques (Terzian, 1979 ; Giudicelli & Thiéry, 1998) tels que les diptères et les coléoptères.

Une variabilité spatiale (inter sites) de la richesse taxonomique a été décelée. Elle est de 9 au niveau Hjar El Ouassâa1 et 2 et égale à 7 au niveau de la mare village,Hjar el Ouassâa3et la

mare Héronnière et 5 pour Garaet el Okhrera. Ceci pourrait être dû à la superficie qui serait plus grande pour la première mare, à la rareté des urodèles sachant que ce sont des espèces classées en liste rouge par l'UICN (Carranza & Wade, 2004) ou à la spécificité de certaines d'entre elles vis-à-vis de ce milieu.

En vivant dans un milieu humide temporaire, la faune aquatique doit s'adapter à la disparition de son milieu de vie ou bien migrer pour coloniser un nouveau biotope. Le peuplement d'invertébrés des mares temporaires comprend deux catégories d'espèces :

Les espèces résidentes sont strictement inféodées au milieu temporaire : leur cycle biologique se déroulant entièrement dans ce biotope, elles passent, pendant la période d'assèchement, par l'intermédiaire d'une écophase de résistance, l'œuf, qui leur permet

un état de vie ralenti à un stade déterminé de leur développement (Thiéry *et al.*, 1995 ; Giudicelli & Thiéry, 1998).

Les espèces migrantes sont des formes ailées qui proviennent de milieux aquatiques permanents et qui colonisent les milieux temporaires dès leur mise en eau. Ce sont principalement des insectes qui ne se présentent, dans l'eau, que sous forme larvaire : en particulier, les éphémères, les odonates, les trichoptères, les coléoptères, les diptères Chironomidae et certains culicidés (moustiques). En revanche, les coléoptères utilisent également le milieu à l'état adulte (imagos).

Nos résultats révèlent que la majorité des macroinvertébrés des milieux étudiés sont similaires à ceux des habitats temporaires étudiés au Maroc (Boutin, 1982 ; Metge, 1986 ; Giudicelli & Thiéry, 1998), en Italie (Williams, 1985 ; Bazzanti *et al.*, 1996, 2009 ; Bagella *et al.*, 2010a et Culioli, 2006) et en Espagne (Boix, 2001, 2004, 2006, 2008, 2009 ; Gascón *et al.*, 2008, 2009 ; Gómez-Rodríguez *et al.*, 2009 ; Ruhí *et al.*, 2009) et en Algérie (Metge, 1986 ; Thiéry, 1981, 1986, 1987, 1991 ; Ramdani, 1986 ; Marque & Metge, 1991 ; Salvador, 1996 ; Lounaci *et al.*, 2000 ; Lmohdi *et al.*, 2008, Samraoui *et al.*, 1999).

Des études ont montré que la durée de l'hydropériode est le principal facteur déterminant de la composition et la structure des communautés faunistiques temporaires (Clachlan, 1985 ; Jeffries, 1994 ; Schneider & Frost 1996 ; Wellborn *et al.*, 1996 ; Schneider, 1999). Au sein de

nos trois sites, la composition, l'organisation, l'abondance et la prévalence des communautés faunistiques variaient d'une saison à une autre. Il importe de remarquer que les phases d'inondation et de sécheresse de chaque site étudié ne correspondent pas à la même période (Culioli *et al.*, 2006).

En effet, nous avons remarqué que les Diptères étaient le groupe le plus représenté au niveau de tous nos sites (le plus abondant et le plus prévalent). Ils sont suivis par les Epheméroptères, Hémiptères et les Coléoptères. Les moins observés sont de toute évidence les Urodèles où une présence anecdotique (11ind à Hjar El Ouassâa1 ; 10ind dans la Mare village et totalement absent à Garaet El Okhrera) a été noté. Du fait de leurs possibilités de déplacement important et leur capacité de découvrir rapidement les plans d'eau, les diptères, coléoptères et Epheméroptères colonisent rapidement le milieu dès que la mise en eau est détectée.

En outre, la colonisation faunistique du plan d'eau temporaire est liée également aux exigences écologiques des taxons, certains utilisant la dépression dès la mise en eau, en automne, d'autres à la sortie de l'hiver, et d'autres en fin de printemps. Certains taxons, en particulier, les Basommatophores (Mollusaca) et les Haplotaxidés ne sont représentés que saisonnièrement, en automne et en hiver. Ceci est lié au cycle saisonnier très marqué de leur développement. Les odonates et les urodèles se développent surtout essentiellement au printemps. Cette dynamique saisonnière de notre faune aquatique temporaire, marquée principalement par des phases de colonisation en début de cycle hydrologique ou de fuite en fin de cycle, est un phénomène observé dans la plupart des écosystèmes temporaires de la région méditerranéenne (Thiéry, 1987).

2.6. Conclusion :

Nos résultats montrent que les peuplements des macroinvertébrés des différents plans d'eau de l'extrême Nord-est algérien sont constitués de huit ordres ; les *Ephéméroptère*, les *Diptère*, les *Coléoptères*, les *Trichoptères*, les *Hémiptères*, les *Odonates*, les *Haplotaxidés* et les *Basommatophores*.

Les ordres les plus abondants sont ; les Ephéméroptères et les Diptères, suivie par les Hémiptères. Nous constatons aussi que les deux sites ; Hjar El Ouassaâa1 et 2 sont les sites plus diversifiés ce qui va nous pousser à élaborer des études écologique plus poussé afin de préserver ces sites la, quant au site Garaet El Okhrera est considéré comme le site le moins riche.

Chapitre III : peuplements des Amphibiens dans différents plans d'eau de l'extrême Nord-est Algérien.

3.1. Introduction :

Les amphibiens sont des animaux à sang froid avec une peau sensible à la dessiccation. Divers facteurs météorologiques interviennent donc sur leurs activités et donc sur les possibilités de les observer. Pour faire court, il apparaît que l'activité des animaux semble plus importante quand la température de l'air est supérieure à 10°C avec une pression atmosphérique descendante. Il semble donc préférable de choisir ces jours pour une prospection (Miaud, 2005).

La régression des amphibiens est générale. Les espèces qui utilisent les mares sont tout particulièrement confrontées à la disparition et à la dégradation de leur milieu de vie, que ce soit par pollution ou du fait par exemple de l'introduction de poissons. Plusieurs de ces amphibiens revêtent aujourd'hui un enjeu patrimonial. Il est important d'être en capacité d'évaluer cette dynamique. Ce sont des animaux difficiles à appréhender, discrets car ayant une activité surtout nocturne et se déroulant sous la surface de l'eau (Miaud, 2005).

3.2. Méthodologie de travail :

La seconde phase de la présente étude porte sur l'identification des amphibiens présents dans les mares de l'extrême Nord-est Algérien. Pour ce nous avons effectué un échantillonnage a bimensuel suivant la technique présentée dans le chapitre précédent.

3.2.1. Pêche des adultes dans les sites aquatiques :

La pêche à l'épuisette permet de capturer les Tritons et Grenouilles vertes, dans les milieux accessibles et relativement peu profonds (Fossés, mares, étangs, bordures de rivières et lacs). Il peut être intéressant de noter l'effort de pêche (par exemple la durée, ou le nombre de coup d'épuisette) pour avoir une estimation des abondances des peuplements (Miaud, 2005).

3.2.2. Utilisation de filets et trappes :

La plupart des espèces d'Amphibiens qui migrent vers ou hors de leur lieu de reproduction peut être interceptée par des systèmes de filets et trappes. Ces dispositifs sont souvent assez lourd à installer (et surveiller) car ils nécessitent une présence journalière pour le ramassage des animaux capturés (dispositif utilisé pour le sauvetage, écrasements massifs sur une route, ou pour l'étude d'une population particulière. Dans le cas des techniques d'inventaire qui nous intéressent ici, on peut installer des systèmes de filets/trappes dans le paysage, sans pour cela entourer un site de reproduction ou couper des routes de migration. (Miaud, 2005).

3.2.3. Pêche des larves et têtards :

Les larves et têtards peuvent être capturés à l'aide d'une époussette à maille fine permettant à la fois un déplacement suffisamment rapide dans l'eau et un vide de maille assez fin pour retenir les plus petites espèces. La technique consiste à réaliser des mouvements d'époussette par «aller et retour » d'environ 1 m dans et à proximité des différents habitats (Exemple dans les plantes aquatiques de différentes espèces, le long des berges, etc.) rencontrés dans le milieu échantillonné. Le contenu de l'époussette est retourné dans une bassine à fond clair. Les larves et têtards sont capturés à l'aide d'une époussette d'aquariophilie, et stockés pour détermination dans une autre bassine. Ils seront relâchés quand la pêche sera terminée. Comme pour les adultes, l'estimation de l'effort de pêche (Durée, coûts d'époussette, linéaire de berges échantillonnées, etc.) est utile. Il est également possible de capturer des larves d'amphibiens (Tritons) avec des nasses de type nasse à vairons. Il s'agit là aussi de techniques plutôt de suivi de populations que d'inventaire (Miaud, 2005).

3.2.4. Clés de détermination :

Nos échantillons ont été identifiés suivant les clés d'identifications décrites par Angel, (1946) et Miaud, (2005) à l'aide des œufs, pontes, larves et têtards. La détermination est donc basée sur des critères pouvant être utilisés sur le terrain :

Œufs et pontes : Le premier critère utilisé est l'aspect de la ponte : les œufs sont isolés et/ou groupés en un petit amas de moins de 150 œufs, forment un amas gélatineux (par exemple globuleux), un cordon ou une masse allongée, et pour un seul cas sont portés par le mâle. Il faut être prudent dans la détermination avec ces critères d'aspect, car les pontes peuvent être fragmentées dans le milieu naturel. Le diamètre des œufs est donné pour un embryon arrivant au stade de l'allongement. C'est une valeur indicative car la taille des œufs peut varier d'un individu à un autre. Le diamètre de la gangue qui entoure les embryons évolue également au cours du temps et en fonction des caractéristiques physico-chimiques de l'eau. (Miaud, 2005).

Larves et têtards : les larves d'Urodèles et les têtards d'Anoures se différencient facilement à partir de leur aspect général. La détermination des larves d'urodèles est donnée pour deux stades de développement (Stades 2 pattes postérieures seulement qui ne concerne que les Tritons et stades 4 pattes, Tritons et Salamandre). Même au stade quatre pattes, les larves de Triton palmé et de Triton ponctué ne sont pas discernables avec les critères utilisés. La détermination des têtards d'Anoures est donnée pour trois stades de développement (à l'éclosion, avec uniquement des pattes postérieures et avec quatre pattes). La détermination d'une espèce se fera autant que possible en cumulant le maximum de paramètres morphologiques (Miaud, 2005).

3. Résultats:

3.3.1. Identification du peuplement:

Nos résultats révèlent la présence d'un peuplement d'Amphibiens composé de Cinq espèces (Tableau 5).

Les deux premières espèces, à savoir : *Pleurodele nebulosus* et *Discoglossus pictus* ont déjà été identifiées pas loin de chez nous, précisément dans le Nord-Ouest Tunisien en plus d'une autre espèce appartenant au genre : *Bufo* par Rouissi (2011), qui explique que *Pleurodele nebulosus* est une espèce endémique Algéro-Tunisienne est menacée par la pollution, à travers l'expansion et l'intensification de l'agriculture (Schleich *et al.*, 1996).

Tableau 5: Inventaire du peuplement d'Amphibiens dans les cinq (5) sites (Hjar El Ouassâa 1, Hjar El Ouassâa 2, Hjar El Ouassâa 3, Mare Village, Mare Héronnière) (2012-2013)

Espèce	Effectif
<i>Pleurodele nebulosus</i>	68
<i>Discoglossus pictus</i>	300
<i>Bufo mauritanicus</i>	135
<i>Hyla meridionalis</i>	205
<i>Pelophylax saharicus</i>	166

3.3.1.1. Classification du peuplement :

Les espèces d'amphibiens recensées lors de notre période d'étude sont au nombre de cinq (5) et sont les suivantes : *Discoglossus pictus*, *Hyla meridionalis*, *Pelophylax saharicus*, *Bufo mauritanicus*, *Pleurodele nebulosus* .

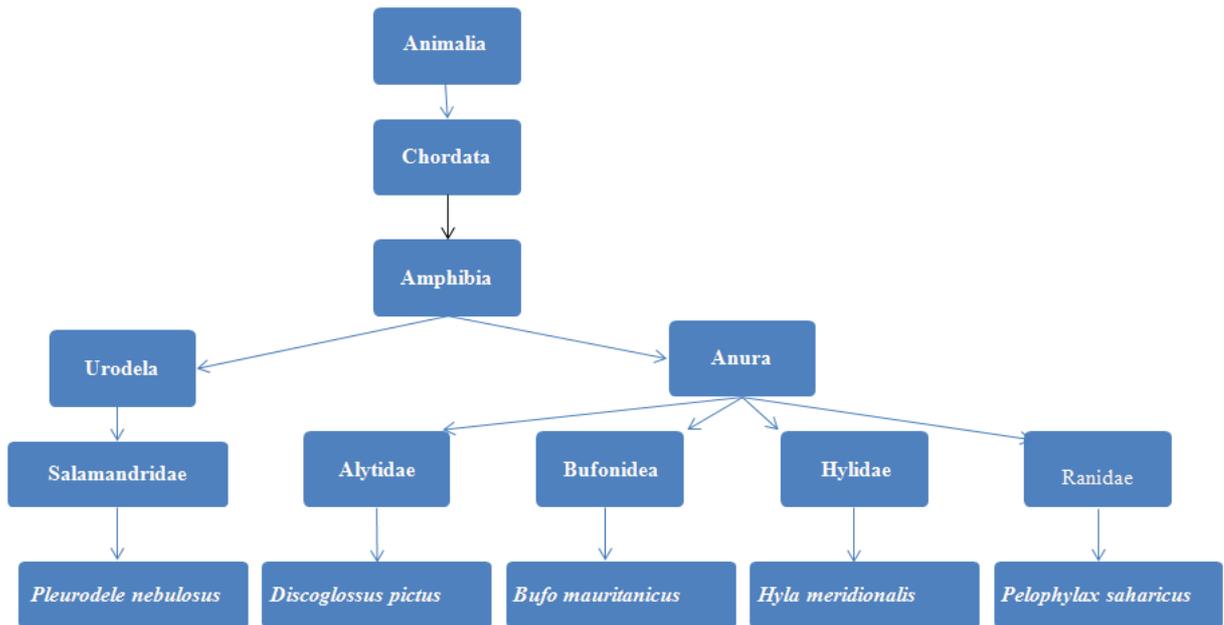


Figure 35: Classification du peuplement d'Amphibiens des mares du Nord-est Algérien.

3.3.1.2. Description du peuplement :

Discoglossus pictus : C'est une espèce d'amphibiens de la famille des Alytidae, cette espèce se rencontre en Tunisie, en Algérie, en Sicile et à Malte, elle a été introduite en Espagne et en France (Royer, 1888).



Figure 36 : Photographie de *Discoglossus pictus* (Bouzid, 2016).

Hyla meridionalis: La rainette méridionale, est une espèce d'amphibiens de la famille des Hylidae. Très proche parente de la rainette verte et de la rainette italienne, elle s'en distingue par la bande latérale sombre qui souligne ses yeux mais ne se prolonge pas sur les flancs et par son chant plus lent (Royer, 1888).



Figure 37: Photographie de *Hyla meridionalis* (Bouzid, 2016).

Pelophylax saharicus: c'est une espèce d'amphibiens de la famille des Ranidae, cette espèce se rencontre du niveau de la mer jusqu'à 2 670 m d'altitude en Afrique du Nord : dans le nord du Sahara occidental, au Maroc, dans les enclaves espagnoles de Ceuta et Melilla, en Algérie, en Tunisie, dans le nord de la Libye, dans le nord-ouest de l'Égypte dans l'oasis de Siwa. Elle a été introduite aux îles Canaries. Cette espèce est nommée en référence au lieu de sa découverte, le Sahara (Royer, 1888).



Figure 38 : Photographie de *Pelophylax saharicus* (Bouzid, 2016).

Bufo mauritanicus: est une espèce d'amphibiens de la famille des Bufonidae, cette espèce se rencontre du niveau de la mer jusqu'à 2 650 m d'altitude: dans le Nord de la Tunisie, dans le Nord de l'Algérie, au Maroc, le Nord du Sahara occidental, dans les territoires espagnols d'Afrique du Nord de Melilla et Ceuta. Elle a été introduite dans le parc naturel de Los Alcornocales en Espagne (Royer, 1888).



Figure39 : Photographie de *Bufo mauritanicus* (Bouzid, 2016).

Pleurodele nebulosus : est une espèce d'urodèles de la famille des Salamandridae, cette espèce se rencontre en Algérie et dans le nord de la Tunisie.



Figure 40 : Photographie de *Pleurodele nebulosus* (Bouzid, 2016)

3.3.2. Ecologie du peuplement:

3.3.2.1. Richesse spécifique :

La plus grande richesse est observée au mois de Mars, Avril et Mai pour les quatre sites Hjar El Ouassâa1, 2 et 3 et la Mare Héronnière. Et elle observée au mois de Mars et Avril pour la Mare Village. La biodiversité varie en fonction des sites c'est ainsi qu'elle est plus importante (313ind, 266ind à Hjar EL Ouassâa1 et 2) et moins importante à Hjar El Ouasâa3 et la Mare Héronnière (117ind, 164ind). Et pauvre en taxon dans le site Mare Village avec (49ind).

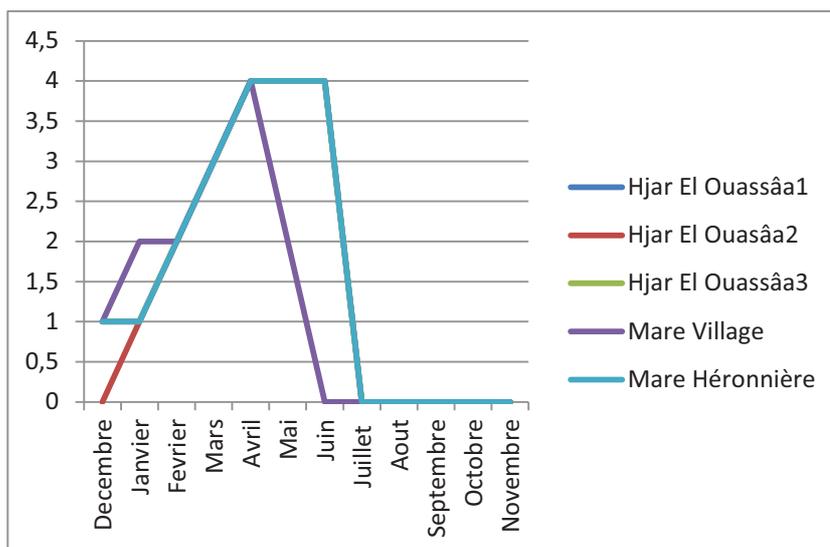


Figure 41 : Evolution temporelle de la richesse taxonomique au niveau des cinq sites d'étude (2012-2013).

3.3.2.2. Caractérisation du peuplement d'amphibien :

L'examen du tableau 6 suivant fait ressortir une richesse totale de cinq espèces pour les cinq sites. La diversité la plus notable était enregistrée dans le site 4, lorsque l'équitabilité la plus importante est notée dans le site 4, ce qui indique un peuplement équilibré dans la distribution d'abondance des espèces.

Tableau 6 : Caractérisation du peuplement d'Amphibiens(2012-2013).

	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5
H'	2,082	2,159	2,269	2,272	2,177
E	0,898	0,929	0,977	0,978	0,937
S	5	5	5	5	5
N	278	266	117	49	164

Site 1 : Hjar El Ouassâa1 ; **Site 2** : Hjar El Ouassâa2 ; **Site 3** : Hjar El Ouassâa3 ; **Site 4** : Mare Village ; **Site 5** : Mare Héronnière.

3.3.2.3. Abondance :

Nos résultats démontrent que *Discoglossus pictus* est l'espèce la plus abondante dans les cinq sites, suivie par *Hyla meridionalis*, puis *Pelophylax saharicus* et *Bufo mauritanicus*. L'espèce la moins observée est *Pleurodele nebulosus*.(Figure 42).

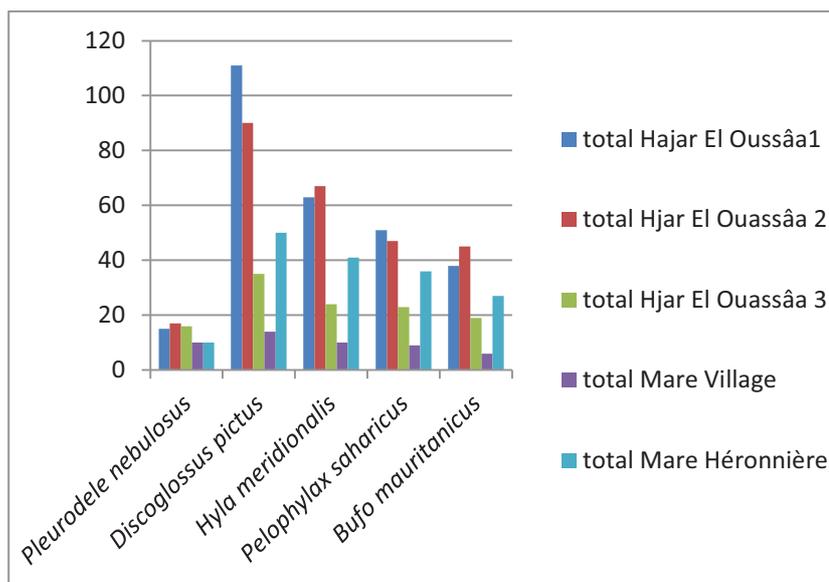


Figure 42 : Représentation graphique de l'Abondance des espèces (2012-2013).

3.3.3. Dynamique du peuplement :

3.3.3.1. Variations temporelles du nombre d'individus au niveau de Hjar El Ouassâa1 :

Selon la figure 43, on a remarqué qu'il y avait trois pic d'abondance observé au cours du mois de Février par *Pleurodele nebulosus*, Mars,Avril par *Discoglossus pictus*, *Hyla meridionalis*, et Mai, Juin par *Pelophylax saharicus* et *Bufo mauritanicus*.

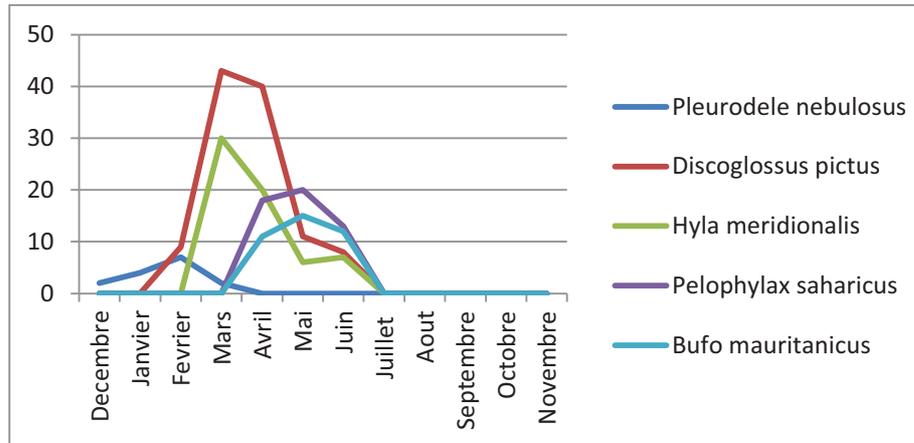


Figure 43 : variation mensuelle des différentes espèces au niveau de Hjar El Ouassâ1 (2012-2013).

3.3.3.2. Variations temporelles du nombre d'individus au niveau de Hjar El Ouassâa2 :

Au niveau de Hjar El Ouassâa2, nous avons constaté un pic d'abondance (Fig. 44) au cours du mois de Janvier par *Pleurodele nebulosus*, Mars, Avril par *Discoglossus pictus*, Avril par *Pelophylax saharicus* et *Bufo mauritanicus*.

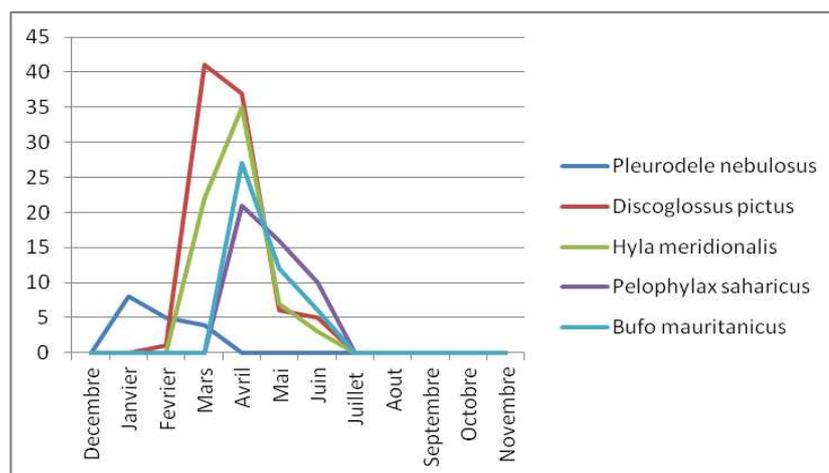


Figure 44 : Variation mensuelle des différentes espèces au niveau de Hjar El Ouassâa 2. (2012-2013).

3.3.3.3. Variations temporelles du nombre d'individus au niveau de Hjar El Ouassâa3 :

L'analyse de cette figure 45, montre que le pic d'abondance est observé au cours du mois de Février par *Pleurodele nebulosus*, au mois de Mars *Discoglossus pictus* *Hyla meridionalis*, au mois d'Avril on a *pelophylax saharicus* et au cours du mois de Mai on a *Bufo mauritanicus*

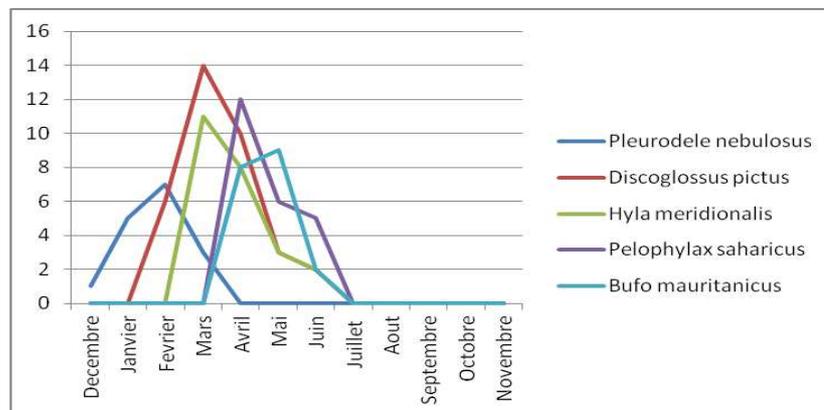


Figure 45 : Variation mensuelle des différentes espèces au niveau de Hjar El Ouassâa3 (2012-2013).

3.3.3.4. Variations temporelles du nombre d'individus au niveau de la Mare Village :

D'après la figure 46, l'évolution mensuelle des effectifs a montré un pic d'abondance au mois de Février par *Pleurodele nebulosus*, un pic au mois de Mars par *Discoglossus pictus*, *Hyla meridionalis*, et un pic d'abondance au cours du mois d'Avril par *pelophylax saharicus*, et au cours du moi de Mai par *Bufo mauritanicus*.

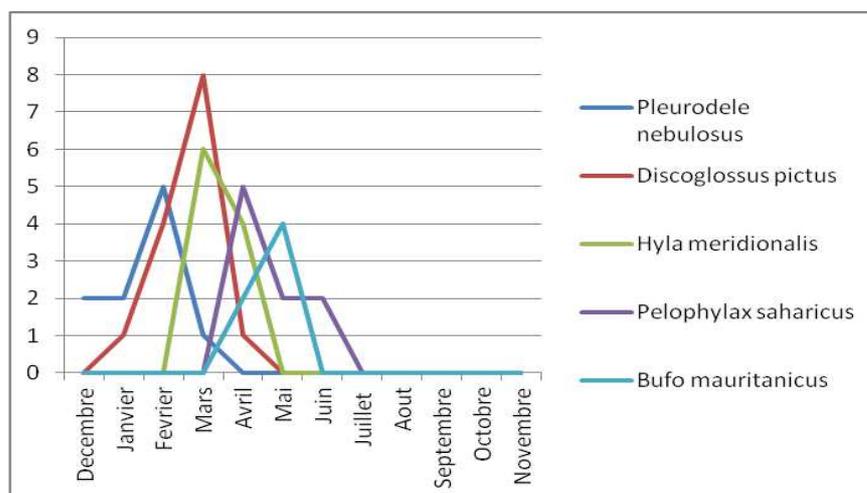


Figure 46 : Variation mensuelle des différentes espèces au niveau de la Mare Village.(2012-2013).

3.3.3.5. Variations temporelles du nombre d'individus au niveau de la Mare Héronnière :

D'après la figure 47, l'évolution mensuelle des effectifs montre que le pic d'abondance enregistré par *Pleurodele nebulosus* au cours du mois de Janvier, au cours du moi Mars par *Discoglossus pictus*, au cours du mois d'Avril par *Hyla meridionalis*, *peloxphylax saharicus*, et *Bufo mauritanicus*.

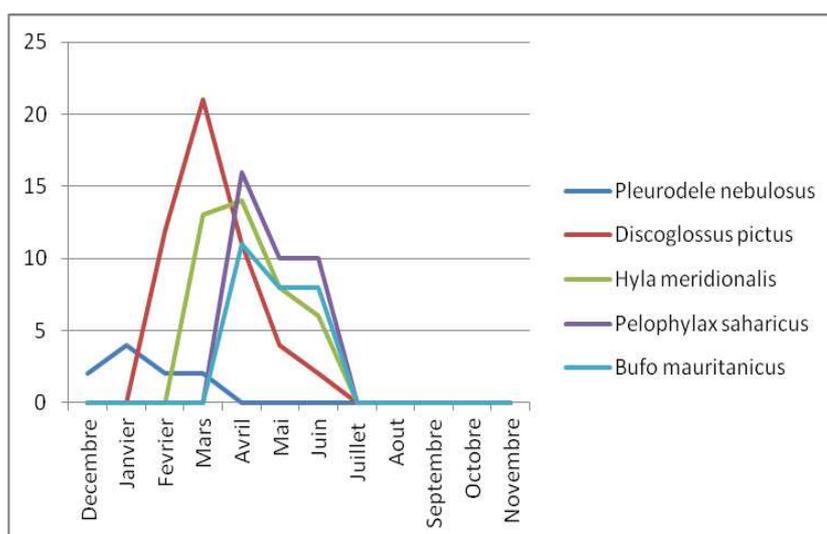


Figure 47: Variation mensuelle des différentes espèces au niveau de la Mare Héronnière(2012-2013).

3.4. Discussion :

La résilience des organismes après l'enlèvement des menaces est une caractéristique essentielle pour justifier les efforts de conservation. Les Amphibiens sont particulièrement menacés par un déclin mondial, montrant une faible résistance aux prédateurs tels que les poissons. Cependant, tous les phénotypes des Amphibiens sont capables de persister après l'introduction des poissons. Chez de nombreuses espèces de tritons et des salamandres, pédomorphes conservent les branchies pendant le stade adulte, ce qui les rend totalement aquatique. Un moyen de conserver ce phénotype serait de supprimer l'introduction des poissons de leurs habitats. Des rapports montrant que la pédomorphose pourrait être à la fois localement ou globalement au bord de l'extinction de certaines espèces (Whiteman & Howard, 1998; Denoël *et al* 2005a; Valiente *et al* 2010; Zambrano *et al.*, 2010), la possibilité de expression ou la persistance de ce processus de développement alternatif après l'éradication du poisson a des implications importantes pour la conservation. Cela montre la valeur de la gestion des zones humides qui ont été historiquement habitées par des phénotypes rares comme pédomorphes, même lorsque ceux-ci ont disparu en raison de l'introduction de poissons. À une plus grande échelle, ce qui souligne la nécessité de protéger les phénotypes communs, tels que la métamorphose des espèces facultativement pédomorphiques de tritons et de salamandres, et de restaurer la diversité phénotypique (Denoël & Winandy, 2015).

3.5. Conclusion :

Nos résultats démontrent que le peuplement d'amphibien des différents plans d'eau de l'extrême Nord-est algérien est constitué de cinq espèces ; *Discoglossus pictus*, *Hyla meridionalis*, *peloxphylax saharicus*, *Bufo mauritanicus* et *Pleurodele nebulosus*.

L'espèce la plus abondante est *Discoglossus pictus*, alors que l'espèce *Pleurodele nebulosus* est considérée comme étant la moins abondante. Deux espèces de notre peuplements on déjà été identifiée dans un écosystème similaire à savoir le Nord-ouest de la tunisie. Aussi une espèce de notre peuplement est une espèce sensible ; *Pleurodele nebulosus*.

Les mares étudiées démontrent une biodiversité notable qui mérite une étude écologique plus approfondit qui permettra de tracer un bon plan de préservation de ce écosystème.

CONCLUSION GENERALE

Les résultats présentés dans le cadre de ce travail permettent de caractériser la faune aquatique (Macroinvertébrés et amphibiens) de six sites humides temporaires sélectionnés dans la région d'El Kala. Ils révèlent une très grande richesse biocénétique, la région d'El Kala apparaissant comme un *hot-spot* de biodiversité pour les zones humides méditerranéennes (Samraoui *et al.*, 2009). D'autre part, la succession saisonnière de phases inondées et exondées caractérisant ces milieux temporaires, est à l'origine du nombre important d'animaux et de végétaux qui, devant s'adapter à ces conditions écologiques extrêmes et instables, leur sont strictement inféodés (Grillas *et al.*, 2004 ; Cucherousset, 2006). Cette étude représente l'étape préalable à la gestion et à la conservation de la biodiversité des zones humides temporaires. Elle a permis d'identifier, dans la région la richesse et la grande valeur patrimoniale de la faune aquatique des milieux prioritaires pour la conservation notamment la mare Hjar El Ouassâa1 et 2.

Dans cette perspective de gestion conservatoire des milieux humides temporaires de La région d'El Kala, et pour mieux évaluer l'impact des perturbations sur la biodiversité, il est nécessaire d'effectuer des suivis réguliers à long terme de la faune et de la flore dans cette région. D'autre part, il est indispensable de pousser l'identification de la faune au niveau spécifique afin de préciser la biodiversité animale de ces milieux, et d'en établir la liste des espèces rares, ce qui ne fera que renforcer l'intérêt majeur en terme de conservation de ces biotopes.

Enfin, dans le but de préserver ces milieux et leur biodiversité, il semble urgent (1) de protéger ou de restaurer ces sites exceptionnels, (2) d'identifier et tenter de maîtriser les facteurs qui provoquent leur dégradation, (3) de sensibiliser les populations locales et les pouvoirs publics sur les valeurs écologique et socio-économique de ces milieux, et des menaces auxquelles ils sont soumis.

Résumé

Ce travail est basé sur deux phases ; une phase porte sur la caractérisation des peuplements de macroinvertébrés au niveau de six mares de l'extrême Nord est algérien et ce pendant de (Décembre 2010 à Juillet 2011) et une autre porte sur la caractérisation des peuplements d'amphibiens au niveau des cinq mares de l'extrême Nord-est algérien et ce pendant l'année de (Décembre 2012 à Novembre 2013) . Pour la première nos résultats révèlent une variabilité spatiotemporelle dans la richesse, taxonomique, dans l'abondance et la prévalence des différents ordres trouvés.

C'est ainsi que 8 ordres ont été identifiés au niveau de Hjar El Ouassâa1 et 2 alors que seulement 6 au niveau de la mare village, Hjar El Ouassâa3 et mare Héronnière et 5 ont été détecté à Garaet El Okhrera. Les Diptères sont irréfutablement les plus abondants et les plus prévalent dans les 6 sites suivie de près par les Ephéméroptères et les Coléoptères alors que les Basomatophores et sembleraient être présents de manière anecdotique voir même absents (Absence de Basomatophores et Trichoptères au niveau Hjar El Ouassâa3 et absence de Basomatophores et Odonates au niveau de la mare Héronnière).

Nous avons constaté une variation saisonnière dans la chronologie d'apparition des différents ordres. Le maximum de Diptères a été observé au mois de mars alors que le pic a été pendant la période inondée (janvier-février) pour les ; Ephéméroptères, Hémiptères, Basomatophores et les Haplotaxidés.

Et pour la seconde phase nos résultats révèlent une variabilité spatiotemporelle dans la richesse, taxonomique, dans l'abondance et la prévalence des différentes espèces trouvées.

On a trouvé cinq (5) espèces d'amphibiens pendant toute l'année d'étude et ce dans les cinq sites échantillonnés ; *Discoglossus pictus*, *Bufo mauritanicus*, *Hyla meridionalis*, *Pelophylax saharicus* et *Pleurodele nebulosus*.

L'espèce *Discoglossus pictus* est la plus abondante dans les cinq sites suivie de *Hyla meridionalis*, *Pelophylax saharicus*, *Bufo mauritanicus*. *Pleurodele nebulosus* est l'espèce la moins présente.

Cette étude représente l'étape préalable à la gestion et à la conservation de la biodiversité des zones humides temporaires et nous permet d'identifier, dans la région d'EL Kala la richesse et la grande valeur patrimoniale de la faune aquatique des milieux prioritaires pour la conservation notamment la mare Hjar El Ouassâa1 et 2.

Mots clés : Macroinvertébrés, Amphibiens, Zones humides, extrême Nord-est algérien.

Abstract

This work is based on two phases; phase focuses on the characterization of macroinvertebrates stands at six ponds in the far north eastern Algeria and during of (December 2010-July 2011) and another deals with the characterization of amphibian populations in the five pools the extreme north eastern Algeria and during the year (December 2012 to November 2013). For the first our results reveal a spatiotemporal variability in wealth, taxonomic, in abundance and prevalence of different orders found.

Thus 8 orders have been identified at El Hjar Ouassâa1 and 2 while only 6th to level the village pond, pond and Hjar El Ouassâa3 Héronnière and 5 were detected Garaet El Okhrera. *Diptera* are irrefutably the most abundant and the most prevalent in the six sites followed closely by *Ephemeroptera* and *Coleoptera* while *Basomatophora* and seem to be present anecdotal or even absent (No *Basommatophorea* and Caddis at Hjar El Ouassâa3 and no *Basommatophora* and *Odonata* at the Héronnière mare).

We found a seasonal variation in the timing of appearance of different orders. The maximum of *Diptera* was observed in March, while the peak was during the flood period (January-February) for; *Ephemeroptera*, *Hemiptera*, *Basommatophora* and *Haplotaxida*. And for the second phase of our findings reveal a spatiotemporal variability in wealth, taxonomic, in abundance and prevalence of different species found.

We found five (5) amphibian species throughout the year of study and that the five sampling sites; *Discoglossus pictus*, *Bufo mauritanicus*, Mediterranean Tree Frog, *Pelophylax saharicus* and *Pleurodeles nebulosus*.

The species *Discoglossus pictus* is most abundant in the five sites followed by Mediterranean Tree Frog, *Pelophylax saharicus* *Bufo mauritanicus*. *Pleurodele nebulosus* is the species less present.

This study represents the preliminary step in the management and conservation of biodiversity temporary wetlands and allows us to identify, in the region of El Kala wealth and great heritage value of the aquatic fauna of the priority areas for conservation including the pond Hjar El Ouassâa1 and 2.

Keys words : Macroinvertebrates, amphibian, followed closely, the far north eastern Algeria.

ملخص

ويستند هذا العمل على مرحلتين. وتركز المرحلة على توصيف macroinvertebrates تقف في ستة البرك في أقصى شمال شرق الجزائر وخلال ل(ديسمبر 2010-يوليو 2011) وصفقات أخرى مع توصيف أعداد البرمائيات في برك خمسة أقصى الشمال الشرقي الجزائر وخلال السنة (ديسمبر 2012 إلى نوفمبر 2013). للمرة الأولى نتائجا تكشف عن التباين الزمني المكاني في الثروة، التصنيفية، في وفرة وانتشار أوامر مختلفة وجدت.

وقد تم تحديد وهكذا 8 أوامر في El Hjar Ouassâa1 و 2 في حين أن 6 فقط إلى مستوى القرية بركة، بركة وتم الكشف عن Hjar Ouassâa3 Héronnière و Garaet Okhrera 5. ذوات الجناحين وبما لا يقبل الجدل الأكثر وفرة والأكثر انتشارا في المواقع الستة تليها Ephemeroptera ومغمدات في حين يبدو Basomatophores وأن يكون حاضرا القولية أو حتى غائبة (لا Basommatophores والقمص في Hjar Ouassâa3 ولا Basommatophores ويعسوبيات على فرس Héronnière).

وجدنا التغيرات الموسمية في توقيت ظهور أوامر مختلفة. وقد لوحظ الحد الأقصى من ذوات الجناحين مارس، بينما كانت الذروة خلال الفترة من الفيضانات (يناير وفبراير) ل. Ephemeroptera، نصفيات الجناح، Basommatophores و Haplotoxicidés. وبالنسبة للمرحلة الثانية من النتائج التي توصلنا إليها تكشف عن التباين الزمني المكاني في الثروة، التصنيفية، في وفرة وانتشار الأنواع المختلفة الموجودة.

لقد وجدنا خمسة (5) أنواع من البرمائيات طوال العام الدراسي وأن مواقع أخذ العينات الخمس؛ المنقط Discoglossus، بوفو mauritanicus، البحر الأبيض المتوسط شجرة الضفدع، Pelophylax saharicus و Pleurodeles nebulosus.

النوع المنقط Discoglossus هو الأكثر وفرة في المواقع الخمسة تليها البحر الأبيض المتوسط شجرة الضفدع، Pelophylax saharicus بوفو Pleurodele nebulosus. mauritanicus هو النوع أقل الحالي.

وتمثل هذه الدراسة خطوة أولية في إدارة وحفظ التنوع البيولوجي والأراضي الرطبة المؤقتة وتتيح لنا التعرف، في منطقة الثروة القالة وقيمة تراثية كبيرة من الحيوانات المائية من المجالات ذات الأولوية ل المحافظة بما في ذلك بركة Hjar Ouassâa1 و 2.

الكلمات المفتاحية: macroinvertebrates، الضفدع المناطق الرطبة، أقصى شمال شرق الجزائر.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

-A-

- Acreman, M., 2000.** *L'hydrologie des zones humides*. Collection MedWet, Conservation des zones humides méditerranéennes 10, Tour du Valat, Arles.
- Agència Catalana de l'Aigua. 2006.** *ECOZO Protocol d'avaluació de l'estat ecològic de les zones humides*. Page 22. Agència Catalana de l'Aigua, Barcelona.
- Amami, B., Rhazi, L., Bouahim, S., Rhazi, M. & Grillas, P., 2009.** Vegetation recolonisation of a Mediterranean temporary pool in Morocco following small-scale experimental disturbance. *Hydrobiologia*, 634: 65-76.
- Amami, B., 2010.** *Dynamique temporelles à court et long terme d'une mare temporaire méditerranéenne et implications pour la conservation (Maroc occidental)*. Thèse en cotutelle, Université Hassan II Casablanca, Maroc et Université de Montpellier II, France.
- Angel, F., 1946.** Faune de France. 45. *Reptiles et Amphibiens*. Lechevalier, Paris
- Anonyme, 2002.** *La convention sur les zones humides*. Résolution VIII. 33- La désignation de mares temporaires. http://www.ramsar.org/cda/fr/ramsar-documents-resol-resolutionviii-33/main/ramsar/1-31-107%5E21452_4000_1
- Anonyme, 2006.** L article 1. .1, Secrétariat de la Convention de Ramsar.
- Anonyme, 2007.** *Guide des parcs nationaux et réserves naturelles de Tunisie*. Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques, Direction Générale des Forêts. Tunis, Tunisie.
- Anonyme, 2010.**
<http://www.wunderground.com/history/airport/DTTB/2010/12/22/CustomHistory.html>

-B-

- Bagella, S., Caria, M.C., Farris, E. & Filigheddu, R., 2009a.** Phytosociological analyses in Sardinian Mediterranean temporary wet habitats. *Fitosociologia*, 46: 11-26.
- Bagella, S., Caria, M.A., Farris, E. & Filigheddu, R.S., 2009b.** Spatial-time variability and conservation relevance of plant communities in Mediterranean temporary wet habitats: a case study in Sardinia (Italy). *Plant Biosystems*, 143: 435-442.

- Bagella, S., Gascón, S., Caria, J., Sala, M.C., Mariani, M.A. & Boix, D., 2010a.** Identifying key environmental factors related to plant and crustacean assemblages in Mediterranean temporary ponds. *Biodiversity and Conservation*, 19: 1749-1768.
- Balla, S.A. & Davis J.A. 1995.** Seasonal variation in the macroinvertebrate fauna of differing water regime and nutrient status on the Swan Coastal Plain, Western Australia. *Hydrobiologia*, 299: 147-161.
- Barbero, M., Giudicelli, J., Loisel, R., Quézel, P. & Terzian E., 1982.** Études des biocénoses des mares et ruisseaux temporaires à éphémérophytes dominants en région méditerranéenne française. *Bulletin d'Ecologie*, 13: 387-400.
- Barbier, E. B., Acreman, M. & Knowler, D., 1997.** *Economic Valuation of Wetlands: A Guide for Policy Makers and Planners*. Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland.
- Barbour , M. T., J. Gerritsen , B. D. Snyder & J. B. Stribling , 1999.** *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates, and Fish*, 2e édition, Washington, D.C., U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water,EPA841-B-99-002, 11 chapitres, 4annexes,[<http://www.epa.gov/owow/monitoring/rbp/wp61pdf/rbp.pdf>].
- Bazzanti, M., Baldoni, S. & Seminara, M., 1996.** Invertebrate macrofauna of a temporary pond in Central Italy: composition, community parameters and temporal succession. *Archiv für Hydrobiologie*, 137: 77-94.
- Bazzanti, M., Della Bella, V.F., 2009.** Functional characteristics of macroinvertebrate communities in Mediterranean ponds (Central Italy): influence of water permanence and mesohabitat type. *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology*, 45: 29-39.
- Beauchard, O., Gagneur, J. & Brosse, S., 2003.** Macroinvertebrate richness patterns in North African streams. *Journal of Biogeography*, 30: 1821-1833.
- Beja, P. & Alcazar, R., 2003.** Conservation of Mediterranean temporary ponds under agricultural intensification: an evaluation using amphibians. *Biological Conservation*, 114: 317-326.
- Bel Hadj Kacem, S., Karem, A. & Maamouri, F., 1993.** *Zones humides de la Tunisie*. Ed. SNIPE « la Presse ». p 23.
- Belkhouja, K., Bortoli, L., Cointepas, J.P., Dimanche, P., Fournet, A., Jacquinet,**

- J.C. & Mori, A., 1973.** Les sols de la Tunisie septentrionale. Sols de Tunisie, *Bulletin de la Division des Sols*, 5: 35-136.
- Bennas, N., Sánchez-Fernández, D., Abellán, P. & Millán, A. 2009.** Analyse de la vulnérabilité des coléoptères aquatiques dans la rive sud méditerranéenne : cas du Rif Marocain. *Annales de la Société Entomologique de France* (n.s.), 45: 309-320.
- Benyacoub.S 1993 :** Ecologie de l'Avifaune forestière nicheuse de la région d'El-Kala (Nord-est algérien) Thèse doctorat. Univ. Bourgogne. 271p
- Benyacoub.S, Louanchi M. Baba Ahmed R., Benhouhou S., Boulahbel R., Chalabi B., Haou F., Rouag R. & Ziane N. 1998.** Plan directeur de gestion du Parc National d'El-Kala et du complexe de zone humides. Projet J.E.F- Banque mondiale.
- Beyrem, H., Mahmoudi, E. & Aïssa, P., 2002.** Evolution spatiale de la structure trophique des peuplements de nématodes libres de la lagune de Ghar El Melh pendant l'hiver 2000. *Revue de la Faculté des Sciences de Bizerte*, 1: 104-117.
- Bifani, P., Montes, C. & Casado, S., 1992.** Economic pressures and wetland loss and degradation in Spain. In: C.M. Finlayson, G.E. Hollis & T.J. Davis (eds.), *Managing Mediterranean Wetlands and their Birds*, pp. 285. Proceedings of Grado Symposium, Italy, 1991, IWRB Special Publication 20, Slimbridge, UK.
- Blondel, J. & Aronson, J., 1999.** *Biology and Wildlife of the Mediterranean Region*. Oxford University Press, Oxford.
- Boix, D., Sala, J. & Moreno-Amich, R., 2001.** The faunal composition of Espolla pond (NE Iberian peninsula): the neglected biodiversity of temporary waters. *Wetlands*, 21: 577-592.
- Boix, D., Sala, J., Quintana, X.D. & Moreno-Amich, R., 2004.** Succession of the animal community in a Mediterranean temporary pond. *Journal of North American Benthological Society*, 23: 29-49.
- Boix, D., Sala, J., Gascon, S. & Brucet, S., 2006.** Predation in a temporary pond with special attention to the trophic role of *Triops cancriformis* (Crustacea: Branchiopoda: Notostraca). *Hydrobiologia*, 571: 341-353.
- Boix, D, Gascón, S., Sala, J., Badosa, A., Brucet, S., López-Flores, R., Martinoy, M., Gifre, J., Quintana, X.D., 2008.** Patterns of composition and species richness of crustaceans and aquatic insects along environmental gradients in Mediterranean water bodies. *Hydrobiologia*, 597: 53-69.

- Boix, D., Sala, J., Gascón, S, Ruhí, A. & Quintana, X.D., 2009.** Structure of invertebrate assemblages contribution to the ecological functioning of the Mediterranean temporary ponds. *In: P. Fraga I Arguimbau (ed.), International Conference on Mediterranean Temporary Ponds, Proceedings & Abstracts*, pp. 153-189 . Consell Insular de Menorca, Recerca, 14. Maó, Menorca, Spain.
- Bonnet, B., Aulong, S., Goyet, S., Lutz, M. & Mathevet, R., 2005.** *Gestion intégrée des Zones Humides Méditerranéennes*, Collection MedWet, Conservation des zones humides méditerranéennes 13, Tour du Valat, Arles.
- Bouahim, S., 2010.** *Usage et conservation des mares temporaires méditerranéennes : cas des mares temporaires de la région de Benslimane (Maroc occidental)*. Thèse de doctorat, l'Université Hassan II Aïn Chock, Maroc/Université de Montpellier 2, France.
- Bouahim, S., Rhazi, L., Amami, B., Sahib, N., Rhazi, M., Waterkeyn, A., Zouahri, A., Mesleard, F., Muller, S.D. & Grillas, P., 2010.** Impact of grazing on the species richness of plant communities in Mediterranean temporary pools (western Morocco). *Comptes Rendus Biologies*, 333: 670-679.
- Boumaiza, M., Martinez-Ansemil, E. & Giani, N., 1986.** Les Oligochètes et Aphanoneura des eaux courantes de Tunisie. I - Données faunistiques. *Annales de Limnologie*, 22: 231-237.
- Bousslama Z. 2003.** Bioécologie d'une population de Mésange bleue *Parus caeruleus ultramarinus* (L. 1758) dans les subéraies de plaine du Nord-est algérien : Ecologie alimentaire et impact de la charge parasitaire sur les conditions morphologiques et physiologiques des poussins.
- Boutin, C., Lesne L. & Thiéry A., 1982.** Ecologie et typologie de quelques mares temporaires à Isoetes d'une région aride du Maroc occidental. *Ecologia Mediterranea*, 8: 31-56.
- Braun-Blanquet, J., 1932.** *Plant sociology, the study of plant community* (translation by H.S. Conard, G.D. Fuller), McGraw Hill Book, New York.
- Braun-Blanquet, J., 1936.** Un joyau floristique et phytosociologique, l'Isoetion méditerranéen. *Bulletin de la Société d'Etude de Sciences naturelles de Nîmes*, 42: 1-43.
- Bray, J.R. & Curtis, J.T., 1957.** An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27: 325-349.
- Britton R.H. & Crivelli A.J. 1993.** Wetlands of Southern Europe and North

Africa: Mediterranean wetlands. *In*: Whigham D.F. et al. (eds). *Wetlands of the World I*. Kluwer Academic Publishers, 129-193.

-Brock, M.A., 1998. Are temporary wetlands resilient? Evidence from seed banks of Australian and South African wetlands. *In*: A.J. McCombs & J.A. Davis (eds.), *Wetlands for the future*. Gleneagles Publishing, Adelaide, Australia, pp. 193-206.

-Burne, M.R. & Griffin, C.R., 2005. Protecting vernal pools: a model from Massachusetts, USA. *Wetlands Ecology and Management*, 13: 367-375.

-C-

-Carranza, S. & Wade, E., 2004. Taxonomic revision of Algero-Tunisian *Pleurodeles* (Caudata: Salamandridae) using molecular and morphological data. Revalidation of the taxon *Pleurodeles nebulosus* (Guichenot, 1850). *Zootaxa*, 488: 1-24.

-Caunes, M. & Riffard, A., 2008. *Causse du Larzac et Lodevois*. Livret Guide de sortie régionale. Université de Montpellier 2, France.

-Chevassut, G., 1956. Les groupements végétaux du marais de la Rassauta, *Annales de l'Institut Agricole et des Services de Recherches et d'Expérimentation Agricoles de l'Algérie* 10: 1-96.

-Chevassut, G. & Quézel, P., 1956. Contribution à l'étude des groupements végétaux de mares temporaires à *Isoetes velata* et des dépressions humides à *Isoetes hystrix* en Afrique du Nord. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord*, 47: 60-73.

-Clarke, K.R., 1993. Non-parametric multivariate analyses of change in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18: 117-143.

-Clarke, K.R. & Warwick, R.M., 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth.

-Clarke, K.R. & Warwick, R.M., 2001. *Change in marine communities: an approach to statistical and interpretation*, 2nd edition. Primer-E, Plymouth, U.K.

-Colburn, E.A., 2004. *Vernal Pools: Ecology and Conservation*. Mc Donald and Woodward Publishing Company, Granville, OH.

-Collinson, N.H., Biggs, J., Corfield, A., Hodson, M.J., Walker, D., Whitfield, M. &

- Williams, P.J., 1995.** Temporary and permanent ponds: an assessment of the effects of drying out on the conservation value of aquatic macroinvertebrate communities. *Biological Conservation*, 74: 125-133.
- Cosson, E., 1885.** Note sur la flore de la Kroumirie centrale. *Bulletin de la Société Botanique de France*, 32: 5-33.
- Coste, H., 1937.** *Flore descriptive et illustrée de la France de la Corse et contrées limitrophes*, 3 tomes. Librairie des Sciences et des Arts, Paris.
- Cucherousset, J., 2006.** *Rôle fonctionnel des milieux temporairement inondés pour l'ichtyofaune dans un écosystème sous contraintes anthropiques : approches communautaire, populationnelle et individuelle*. Thèse de doctorat, Université de Rennes 1, Rennes.
- Culioli, J.L., Foata, J., Mori, C., Orsini, A. & Marchand, B., 2006.** Temporal succession of the macroinvertebrate fauna in a Corsican temporary pond. *Vie et Milieu*, 56: 215-221.

-D-

- Daoud-Bouattour, A., Muller, S.D., Ferchichi-Ben Jamaa, H., Ghrabi-Gammar, Z., Rhazi, L., Gammar, A.M., Karray, M.R., Soulié-Märsche, I., Zouaïdia, H., de Bélair, G., Grillas, P. & Ben Saad-Limam, S., 2009a.** Recent discovery of the small pillwort (*Pilularia minuta* Durieu, Marsileaceae) in Tunisia: Hope for an endangered emblematic species of Mediterranean temporary pools? *Comptes Rendus Biologies*, 332: 886-897.
- Daoud-Bouattour, A., Muller, S.D., Ferchichi-Ben Jamaa, H., Ghrabi-Gammar, Z., Rhazi, L., Gammar, A.M. & Ben Saad-Limam, S., 2009b.** Majen Chitane, a threatened acidic lake in Tunisia. In: P. Fraga I Arguimbau (ed.), *International Conference on Mediterranean Temporary Ponds, Proceedings & Abstracts*, p. 429. Consell Insular de Menorca, Recerca, 14. Maó, Menorca, Spain.
- Daoud-Bouattour, A., Muller, S.D., Ferchichi-Ben Jamaa, H., Ben Saad-Limam, S., Rhazi, L., Soulié-Märsche, I., Rouissi, M., Touati, B. Ben Haj Jilani, I., Gammar, A.M. & Ghrabi-Gammar Z., sous-presse.** Conservation of Mediterranean wetlands: interest of historical approach. *Comptes Rendus Biologies*.
- De Bélair, G., 2005.** Dynamique de la végétation de mares temporaires en Afrique du Nord (Numidie Orientale, NE Algérie). *Ecologia Mediterranea*, 31: 1-18.
- Deil, U., 2005.** A review on habitats, plant traits and vegetation of ephemeral wetlands – a global perspective. *Phytocoenologia*, 35: 533-705.

-Dimanche, P. & Schoenenberger, A., 1970. *Description des milieux des Mogods et de Kroumirie*. Institut national de Recherches forestières, Tunis.

-Dussart, B., 1966. *Limnologie. L'étude des eaux continentales*. Gauthier-Villars, Paris.

-E-

-El Afsa, M., 1978. *Ecologie, phytosociologie, régénération et production des subéraies tunisiennes*. Thèse de 3ème cycle, Faculté des Sciences et Techniques, Saint Jérôme, France.

-Elkhiati, N., Soulié-Märshe, I., Ramdani, M. & Flower, R.J., 2002. A study of the subfossil oospores of *Nitella opaca* (Charophyceae) from Megene Chitane (Tunisia).

-F-

-Ferchichi-Ben Jamaa, H., 2010. *Fonctionnement, biodiversité, structure et dynamique des communautés végétales des zones humides temporaires de la région des Mogods, Tunisie septentrionale*. Thèse de doctorat, Université de Tunis el Manar, Tunisie/Université de Montpellier 2, France.

-Ferchichi-Ben Jamaa, H., Muller, S.D., Daoud-Bouattour, A., Ghrabi-Gammar, Z., Rhazi, L., Soulié-Märsche, I., Ouali, M. & Ben Saad-Limam, S., 2010. Structures de végétation et conservation des zones humides temporaires méditerranéennes: la région des Mogods (Tunisie septentrionale). *Comptes Rendus Biologies*, 333: 265-679.

-Finlayson, C.M., Hollis, G.E. & Davis, T.J. (eds.), 1992. *Managing Mediterranean Wetlands and their Birds*. Proceedings of Grado Symposium, Italy, 1991, IWRB Special Publication 20, Slimbridge, UK.

-Fraga, I. Arguimbau, P., (ed.), 2009. *International Conference on Mediterranean Temporary Ponds, Proceedings & Abstracts*. Consell Insular de Menorca, Recerca, 14. Maó, Menorca, Spain.

-G-

-García, N., Cuttelod, A. & Abdul Malak, D. (eds.), 2010. *The Status and Distribution of Freshwater Biodiversity in Northern Africa*. International Union for Conservation of Nature (IUCN), Gland, Switzerland, Cambridge, UK, and Malaga, Spain.

-Gascon, S., Boix, D., Sala, J. & Quintana, X.D. 2008. Relation between

macroinvertebrate life strategies and habitat traits in Mediterranean salt marsh ponds (Emporda Wetlands, NE Iberian Peninsula). *Hydrobiologia*, 597: 71-83.

- Gascon, S., Boix, D. & Sala, J., 2009.** Are different biodiversity metrics related to the same factors? A case study from Mediterranean wetlands. *Biological*, 142: 2601-2612.
- Gauthier, H., 1928.** *Recherches sur la faune des eaux continentales d'Algérie et de la Tunisie*. Thèse, Minerva, Alger, Algérie, 419 p.
- Gauthier-Lièvre, L., 1931.** Recherches sur la flore des eaux continentales de l'Afrique du Nord. Mémoire hors-série, *Société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord*, 43: 1-299.
- Géhu, J.-M., Kâabeche, M. & Gharzouli, R., 1993.** Phytosociologie et typologie des habitats des rives des lacs de la région de El Kala (Algérie). *Colloques Phytosociologiques*, 22: 297-329
- Ghrabi-Gammar, Z., Daoud-Bouattour, A., Ferchichi, H., Gammar, A.M., Muller, S.D., Rhazi, L. & Ben Saad-Limam, S., 2009.** Flore vasculaire, endémique et menacée des zones humides de Tunisie. *Revue d'Ecologie (Terre Vie)*, 64: 19-40.
- Giudicelli, J., 2002.** Changements des régimes thermiques et hydrologiques ; impact sur les hydrosystèmes continentaux et leur peuplement. In: *Changement climatique, fantasme ou réalité ? Actes des tables rondes*, pp. 39-45. EID Méditerranée, EDEN, ADEGE & IRD, Montpellier.
- Giudicelli, J. & A. Thiéry, 1998.** La faune des mares temporaires, son originalité et son intérêt pour la biodiversité des eaux continentales méditerranéennes. *Ecologia Mediterranea*. 24(2): 135-143.
- Gómez-Rodríguez, C., Díaz-Paniagua, C., Serrano, L., Florencio, M. & Portheault, A., 2009.** Mediterranean temporary ponds as amphibian breeding habitats: the importance of preserving pond networks. *Aquatic Ecology*, 43: 1179-1191.
- Grillas, P. & Roché, J., 1997.** *Végétation des marais temporaires, Ecologie et gestion*. Collection MedWet, Conservation des zones humides méditerranéennes 8, Tour du Valat, Arles.
- Grillas, P., Gauthier, P., Yavercovski, N. & Perennou, C., 2004.** *Mediterranean temporary pools, 2 volumes*. Station biologique de la Tour du Valat, Arles.

-H-

- Hammada, S., 2007.** *Etudes sur la végétation des zones humides du Maroc. Catalogue et analyse de la biodiversité floristique et identification des principaux groupements végétaux.* Thèse de doctorat, Université Mohammed V, Agdal, Maroc.
- Handrinos, G.I., 1992.** Wetland loss and wintering waterfowl in Greece during the 21st century: A first approach. *In: M. Finlayson, T. Hollis & T. Davis (eds.), Managing Mediterranean wetlands and their birds*, pp. 183-187. IWRB Special Publication 20. IWRB, Slimbridge, UK.
- Hatvany, M.G., 2009.** Wetlands and Reclamation. *International Encyclopedia of Human Geography*, 241–246.
- Hollis, G.E., 1992.** Goals and Objectives of Wetland Restoration and Rehabilitation. *In: Waterfowl and Wetland Conservation in the 1990's - a Global Perspective.*
- Hughes, J.M.R., Ayache, F., Hollis, T., Maamouri, F., Avis, C., Giansante, C. & Thompson, J., 1997.** *A preliminary inventory of Tunisian wetlands.* Wetlands Research Unit., Dept. of Geography, University College, London.
- I-**
-J-
- Jakob, C., Morand, A. & Crivelli, A., 1999.** Amphibian communities in a mosaic of mediterranean seasonally-flooded ponds: species richness and composition (Nature Reserve of Roque-Haute, France). *In: C. Miaud and G. Guyétant (eds.), Current Studies in Herpetology.* SEH, Le Bourget du Lac, 480 p.
- Jakob, C., Poizat, G., Veith, M., Seitz A. & Crivelli, A.J., 2003.** Breeding phenology and larval distribution of amphibians in a Mediterranean pond network with unpredictable hydrology. *Hydrobiologia*, 499: 51-61.
- Jaritz, G. & Schulke, E., 1972.** *Premières expériences sur les pâturages à base de trèfle souterrain en grande culture dans le Nord-Ouest de la Tunisie.* Documents techniques 63, INRAT, Ariana.
- Jeffries, M., 1994.** Invertebrate communities and turnover in wetlands ponds affected by drought. *Freshwater Biology*, 32: 603-612.
- Jones, T.A. & Hughes, J.M.R., 1993.** Wetland Inventories and Wetland Loss Studies - A European Perspective. *In: M. Moser, RC. Prentice & J. van Vessem (eds.) Waterfowl and Wetland Conservation in the 1990s - a global perspective*, pp. 164-169.

-K-

-Keddy, P.A., 2010. *Wetland Ecology, Principles and Conservation* (2nd edition). Cambridge University Press, Cambridge, UK.

-Khanfir, H., 1989. *Etude géologique, hydrogéologique et géotechnique du barrage de Sejenane (Tunisie septentrionale)*. Thèse de doctorat, Université de Besançon, France.

-Korbaa, M., Bejaoui, M. & Boumaiza, M., 2009. Variation spatio-temporelle de la structure de l'éphéméroptérofaune dans l'oued Sejnane (Ichkeul, Tunisie septentrionale). *Revue des Sciences de l'Eau*, 22: 373-381.

-Kroll, A., 2000. *Agricultural water use and sectoral policies in the Mediterranean Countries: the case of Italy, Portugal, Spain, Egypt, Israel, and Turkey* (Institute for Prospective

-L-

-Labbe, A., 1953. Contribution à la connaissance de la flore phanérogamique de la Tunisie (I-II). Quelques phanérogames rares ou nouvelles pour la flore tunisienne. Stations nouvelles de plantes considérées comme rares. *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Tunisie*, 6: 9-16.

-Labbe, A., 1954-1955. Contributions à la connaissance de la flore phanérogamique de la Tunisie. 6. Espèces et stations nouvelles trouvées à partir de 1944. *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Tunisie*, 8: 193-207.

-Labbe, A., 1956. Contributions à la connaissance de la flore phanérogamique de la Tunisie. 7. Une année d'herborisation (2 juillet 1955-12 août 1956). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord*, 47: 307-318. 180

-Le Floc'h, J., 1959. *Etude pédologique de la plaine de Sedjenane et de ses abords*. S/Pédologique, Tunis.

-Le Floc'h, E., Boulos, L. & Vêla, E., 2010. *Flore de Tunisie, Catalogue synonymique commenté*. Banque Nationale de Gènes, Ministère de l'Environnement et du Développement Durable, Tunis.

-Lefeuvre, J.C., Laffaille, P., Feunteun, E., Bouchard, V. & Radureau, A., 2003. Biodiversity in salt marshes: from patrimonial value to ecosystem functioning. The case study of the Mont-Saint-Michel bay. *Comptes Rendus Biologies*, 326: 125-131.

- Levin, N., Elron, E. & Gasith, A., 2009. Decline of wetland ecosystems in the coastal plain of Israel during the 20th century: Implications for wetland conservation and management. *Landscape and Urban Planning*, 92: 220-232.
- Lmohdi, O., El haissoufi, M., Bennis, N. & Millan, A., 2008. Contribution à la connaissance des Hétéroptères aquatiques du bassin versant Laou. *Travaux de l'Institut Scientifique, Rabat*, série générale, 5: 67-74.
- Lorenzoni, C. & Paradis, G., 1997. Description phytosociologique d'une mare temporaire à *Elatine brochonii* dans le sud de la Corse. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest*, 28: 21-46.
- Lorenzoni, C. & Paradis, G., 1998. Description phytosociologique de la station corse d'*Eryngium pusillum*. *Bulletin de la Société de Botanique du Centre-Ouest*, 29: 7-32.
- Lounaci, A., Brosse, S., Thomas, A. & Lek, S., 2000. Abundance, diversity and community structure of macroinvertebrates in an Algerian stream: the Sébaou wadi. *Annales de Limnologie*, 36: 123-133.

-M-

- Maire, R., 1952-1987. *Flore de l'Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie, Tripolitaine, Cyrénaïque et Sahara)*. 16 volumes. Lechevalier, Paris.
- Marque, C. & Metge, G., 1991. Influence des facteurs physiques et chimiques des eaux superficielles sur la production primaire des mares temporaires (dayas) de la Meseta occidentale marocaine ; essai de typologie. *Ecologia mediterranea*, 17: 89-102.
- Mclachlan, A. J., 1985. What determines the species present in a rain-pool ? *Oikos*, 45: 18-7.
- Médail, F., Michaud, H., Molina, J., Paradis, G. & Loisel, R., 1998. Conservation de la flore et de la végétation des mares temporaires dulçaquicoles et oligotrophes de France méditerranéenne. *Ecologia Mediterranea*, 24: 119-134.
- Médail, F. & Quézel, P., 1999. Biodiversity hotspots in the Mediterranean basin: setting global conservation priorities. *Conservation Biology*, 13: 1510-1513.
- Médail, F. & Quézel, P., 2003. Conséquences écologiques possibles des changements climatiques sur la flore et la végétation du bassin méditerranéen. *Bocconeia*, 16: 397-422.

- Metge, G., 1986.** *Etude des écosystèmes hydromorphes (dayas et merjas) de la meseta occidentale marocaine.* Thèse de doctorat, Université Aix-Marseille III, Marseille, France.
- **Miaud.C. 2005** : Méthode d'inventaire et d'identification des Amphibiens. Commande n°4018.Mission Ecologie du milieu Agence de l'eau. Artois-Picardie. Centre tertiaire d'Arsenal. Université de Savoie, UFR, CTSM, 37376 La bOurget du lac, France p21.
- Mitsch, W.J. & Gosselink, J.G., 2000.** *Wetlands*, 3rd Eds. John Wiley & Sons, New York. 920 p.
- Molina, J.A., 2005.** The vegetation of temporary ponds with Isoetes in the Iberian Peninsula. *Phytocoenologia*, 35: 219-230.
- Motas, C., 1929.** Contribution à la connaissances des Hydracariens français (1^{ère} partie). *Travaux du laboratoire d'hydrobiologie de l'Université de Grenoble*, 20: 49-165.
- MotMouelhi, S., Balvay, G. & Kraïem, M.M., 1999.** Le zooplancton des eaux continentales de Tunisie : inventaire préliminaire et biogéographie. *Archives des Sciences Genève*, 52: 1-12.
- Mouelhi, S., Balvay, G. & Kraïem, M.M., 2000a.** Branchiopodes (Cténopodes et Anomopodes) et Copépodes des eaux continentales d'Afrique du Nord : inventaire et biodiversité. *Zoosystema*, 22: 731-748.
- Mouelhi, S., Defaye, D. & Balvay, G., 2000b.** Présence de *Mesocyclops ogunnus* Onabamiro, 1957 (Crustacea : Copepoda) en Tunisie. *Annales de Limnologie*, 36: 95-99.
- Muller, S.D., Daoud-Bouattour, A., Ferchichi, H., Gammar-Ghrabi, Z., Limam-BenSaad, S. & Soulié-Märsche, I., 2008.** Garâa Sejenane (northern Tunisia): an unknown and threatened biological richness. *European Pond Conservation Network Newsletter*, 1: 7-8.
- Muller, S.D., Daoud-Bouattour, A., Amami, B., Ferchichi-Ben Jamaa, H., Ferrandini, J., Ferrandini, M., Ghrabi-Gammar, Z., Grillas, P., Pozzo di Borgo, M.-L., Rhazi, L., Soulié-Märsche, I. & Ben Saad-Limam, S., 2009.** Interest of historical data for conservation of temporary pools. In: P. Fraga I Arguimbau (ed.), *International Conference on Mediterranean Temporary Ponds, Proceedings & Abstracts*, pp. 339-351. Consell Insular de Menorca, Recerca, 14. Maó, Menorca, Spain.
- Mura, G., 2001.** Updating Anostraca (Crustacea, Branchiopoda) distribution in Italy. *Journal of Limnology*, 60: 45-49.

-Murbeck, S.V., 1898. Critical Study of Vascular Plant Taxa. III. North-European taxa of the genus *Cerastium*. *Botaniska notiser*, 241-268.

-Murbeck, S.V., 1899. *Contributions à la connaissance des Plombaginacées-Graminées de la Flore du Nord-Ouest de l'Afrique et plus spécialement de la Tunisie*. E. Malmström, Lund.

-Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Da Fonseca, G.A.B. & Kent, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.

-N-

-Nagell, B. & Fagerstrom, T. 1978. Adaptations and resistance to anoxia in *Cloeon dipterum* (Ephemeroptera) and *Nemoura cinerea* (Plecoptera). *Oikos*, 30: 95-99.

-O-

-Ouannes-Ghorbel, A., Guirah, J., Boukrayaa, M., Elhasni, K., Derbali A. & Jarboui O., 2009. Monastir (Est-Tunisie). *Bulletin de l'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer de Salammbô*, 36: 67-73.

-P-

-Paradis, G., Pozzo Di Borgo, M.L. & Lorenzoni, C., 2002. Contribution à l'étude de la végétation des mares temporaires de la Corse 4. Dépression de Padulu (Bonifacio, Corse). *Bulletin de la Société Botanique du Centre Ouest*, 33: 133-184.

-Paradis, G. & Pozzo di Borgo, M.L., 2005. Etude phytosociologique et inventaire floristique de la réserve naturelle des Tre Padule de Suartone (Corse). *Journal de Botanique de la Société botanique de France*, 30: 27-103.

-Pearce, F. & Crivelli, A.J., 1994. *Caractéristiques générales des zones humides méditerranéennes*. Collection MedWet, Conservation des zones humides méditerranéennes 1, Tour du Valat, Arles.

-Pinto-Cruz, C., Molina, J.A., Barbour, M., Silva, V. & Espírito-Santo M.D., 2009. Plant communities as a tool in temporary ponds conservation in SW Portugal. *Hydrobiologia*, 643: 11-24.

-Pocs, 2007. Bryophyte communities at the edge of Tunisian Sahara, with the description of

Gymnostomum viridulum Brid. subsp. *saharae*, subsp nov (Pottiaceae, Bryophyta). *Nova Hedwigia*, 131: 101-120.

-Pottier-Alapetite, G., 1952. Note préliminaire sur l'Isoetion tunisien. Bulletin de la Société botanique de France (79^e session extraordinaire), 99: 4-6.

-Pottier-Alapetite, G., 1958. Intérêt phytogéographique de la région de Sejenane en Tunisie. *Vegetatio*, 8: 176-180.

-Pottier-Alapetite, G., 1979-1981. *Flore de la Tunisie (Angiospermes-Dicotylédones)*, 2 volumes. Publications scientifiques tunisiennes, Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche Scientifique, Ministère de l'Agriculture, Tunis.

-Pottier-Alapetite, G. & Labbe, A., 1951. Sur la flore des eaux acides de la Tunisie septentrionale, 70^e Congrès de l'AFAS, 4: 95-98.

-Psilovikos, A.A., 1992. Prospects for wetlands and waterfowl in Greece, pp. 53-55. In: C.M. Finlayson, G.E. Hollis & T.J. Davis (eds.), *Managing Mediterranean wetlands and their birds*. IWRB Special Publication 20. IWRB, Slimbridge, UK.

-Q-

-Quézel, P., 1998. La végétation des mares transitoires à *Isoetes* en région méditerranéenne, intérêt patrimonial et conservation. *Ecologia Mediterranea*, 24: 111-117.

-R-

-Ramdani, M., 1986. *Ecologie des crustacés (Copépodes, Cladocères et Ostracodes) des dayas marocaines*. Thèse de Doctorat, Université Marseille I, Marseille, France.

-Ramdani, M., Elkhiaati, N. & Flower, R.J., 2001. Open water zooplankton communities in North African wetland lakes: the CASSARINA Project. *Aquatic Ecology*, 35: 319-333.

-Ramdani, M., Elkhiaati, N. & Flower, R.J., 2009. *Lake of Africa: North of Sahara*. Gene E. Likens, (ed.) *Encyclopedia of Inland Waters*, vol. 2, pp. 544-554 Oxford: Elsevier.

-Rhazi, L., 2001. *Etude de la végétation des mares temporaires et l'impact des activités humaines sur la richesse et la conservation des espèces rares au Maroc*. Thèse de doctorat, Université Hassan II, Faculté des Sciences Aïn Chock, Casablanca, Maroc.

- Rhazi, L., Grillas, P., Mounirou Touré, A. & Tan Ham, L., 2001a.** Impact of land use in catchment and human activities on water, sediment and vegetation of Mediterranean temporary pools. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris Série. III Science de la Vie*, 324: 165-177.
- Rhazi, L., Grillas, P., Tan Ham, L. & El Khyari, D., 2001b.** The seed bank and the between-years dynamics of the vegetation of a Mediterranean temporary pool (NW Morocco), *Ecologia mediterranea*, 27: 69-88.
- Rhazi, M., Grillas, P., Médail, F. & Rhazi, L., 2005.** Consequences of shrub clearing on the richness of aquatic vegetation in oligotrophic seasonal pools in Southern France. *Phytocoenologia*, 35: 489-510.
- Rhazi, L., Rhazi, M., Grillas, P. & El Khyari, D., 2006.** Richness and structure of plant communities in temporary pools from western Morocco: influence of human activities, *Hydrobiologia*, 570: 197-203.
- Rhazi, L., Grillas, P., Charpentier, A., Rhazi, M., Leclainche, N., Titolet, D., Desnoubes, L., Duborper, E., Yavercovski, N. & E Khyari, D., 2007.** Effet de l'hydrologie sur les populations d'une espèce rare des mares temporaires méditerranéennes : *Elatine brochonii* (Elatinaceae). In: M. Paracuellos (ed.), *Ambientes mediterráneos. Funcionamiento, biodiversidad y conservación de los ecosistemas mediterráneos. Actas de las 15 Jornadas del Aula de Ecología 2005*, pp. 185-193. Instituto de Estudios Almerienses Almería.
- Rhazi, L., Grillas, P., Rhazi, M. & Aznar, J.C., 2009.** Ten-year dynamics of vegetation in a Mediterranean temporary pool in western Morocco. *Hydrobiologia*, 634:185-194.
- Royer H. 1888 :** Essai sur la transmission de la coloration chez les batraciens anoures. Bulletin de la Société Zoologique de France, vol. 13, p. 205-206.
- Ruhí, A., Boix, D., Sala, J., Gascón, S. & Quintana, X.D., 2010.** Spatial and temporal patterns of pioneer macrofauna in recently created ponds: taxonomic and functional approaches. *Developments in Hydrobiology*, 210: 293-307.
- S-**
- Samraoui.B, & Bélair,G .; 1997 :** The Guerbes-Senhadja Wetlands (N,E Algeria). *Ecologie* 28 (3) : 233-250.
- Samraoui, B, 1998 :** Status and seasonal patterns of adult Rhopalocera (Lepidoptera) in

Northeastern Algeria. *Nachr entomol. Ver Apollo*, N.F. 19 (3/4) : 285-298.

-**Samraoui, B & Bélair, G, 1999** :Les zones humides de la Numidie orientale : Bilan des connaissances et perspectives de gestion. Synthèse n°4 :1-90.

-**Sahib, N., 2010.** *Impact des perturbations sur la dynamique et la richesse des communautés végétales des mares temporaires du Maroc occidental*. Thèse de doctorat, Université Hassan II, Faculté des Sciences Aïn Chock, Casablanca, Maroc.

-**Salvador. A., 1996.** *Amphibians of Northwest Africa*. Smithsonian heterpetological information service. N° 109.

-**Schleich, H.H., Kästle, W. & Kabisch, K., 1996.** *Amphibians and Reptiles of North Africa*. Koeltz scientific books, Koenigstein.

-**Schneider, D.W. & Frost, T.M., 1996.** Habit duration and community structure in temporary ponds. *Journal of the North American Benthological Society*, 15: 64-86.

-**Schneider, D.W., 1999.** Influence of hydroperiod on invertebrate community structure. p. 299-318. In: D. Batzer, R. B. Rader, A.Wissinger, (eds.), *Invertebrate in Freshwater Wetlands of North America*. John Wiley and Sons, New York, NY, USA.

-**Schotsman, H.D. & Bosserdet, P., 1966.** Notes sur *Elatine brochonii* Clav. *Bulletin du Centre des Etudes et Recherches Scientifiques de Biarritz*, 6: 251-267.

-**Schulz, E., Abichou, A., Hachicha, T., Pomel, S., Salzmann, U. & Zouari, K., 2002.** Sebkhass as ecological archives and the vegetation and landscape history of southern Tunisia during the last two millennia. *Journal of African Earth Sciences*, 34: 223-229.

-**Secrétariat de la Convention de Ramsar, 2006.** *Le Manuel de la Convention de Ramsar: Guide de la Convention sur les zones humides (Ramsar, Iran, 1971)*. 4e édition, Secrétariat de la Convention de Ramsar, Gland, Suisse.

-**Sekik, N. & Louhichi, A., 2007.** *Les potières de Sejnane : Femmes au destin d'argile*. CollectionItinéraires de Finzi (eds.).

-**Sellami M.H. & Sifaoui, M.S., 2003.** Estimating transpiration in an intercropping system measuring sap flow inside the oasis. *Agricultural Water Management*, 59: 191-201.

-**Seltzer,P. ;1946** : Le climat de l'Algérie. Impact la typo, Liyho et J .C in 4^{ème}. Alger.219P.

-**Sicilia, A., Marrone, F., Sindaco, R., Turki, S. & Arculeo, M., 2009.** Contribution to the knowledge of Tunisian amphibians: notes on distribution, habitat features and breeding phenology. *Herpetology Notes amphibi*, 2: 107-132.

-**Smith, I.M., Cook, D.R. & Smith, B.P., 2001.** Water mites (Hydrachnida) and other arachnids. In: J.H. Thorp & A.P. Covich (eds.) *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*, pp. 551-659, 2nd edition. Academic Press, San Diego.

-T-

-**Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M. & Usseglio-Polatera, P., 2000.** *Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie*. CNRS Éditions, Paris.

-**Terzian, E., 1979.** *Ecologie des mares temporaires de l'Isoetion sur la Crau et l'Estérel (France)*. Thèse de 3ème cycle, Université d'Aix-Marseille III.

-**Thiéry, A., 1981.** Contribution à la connaissance des Hétéroptères du Maroc: les Hétéroptères aquatiques du Haut-Atlas occidental. *Bulletin Institut Scientifique Rabat*, 5: 13-34.

-**Thiéry, A., 1986.** Les Crustacés Branchiopodes (Anostraca, Notostraca et Conchostraca) du Maroc Occidental I. Inventaire et répartition. *Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Toulouse*, 122: 145-155.

-**Thiéry, A., 1987.** *Les crustacés branchiopodes Anostraca, Notostraca et Conchostraca des milieux limniques temporaires (Dayas) au Maroc. Taxonomie, biogéographie, écologie*. Thèse de doctorat, Université d'Aix Marseille 3, Marseille, France.

-**Thiéry, A., 1991.** Multispecies coexistence of branchiopods (Anostraca, Notostraca & Spinicaudata) in temporary ponds of Chaouia plain (western Morocco): sympatry or syntopy between usually allopatric species. *Hydrobiologia*, 212: 117-136.

-**Thiéry A., Brtek, J. & Gasc, C., 1995.** Cyst morphology of European branchiopods (Crustacea: Anostraca, Notostraca, Spinicaudata, Laevicaudata). *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris*, 4, série, 17(1-2): 107-140.

-**Touaylia, S., Bejaoui, M., Boumaiza, M. & Garrido, J., 2009.** Nouvelles données sur la famille des Hydraenidae Mulsant, 1844, de Tunisie (Coleoptera). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 114 (3): 317-326.

-**Touaylia, S., Garrido, J., Bejaoui, M. & Boumaiza, M., 2010.** A contribution to the Study of Aquatic Adepheg (Coleoptera, Gyridae, Haplidae, Noteridae, Paleobiidae)

from Northern Tunisia. *The Coleopterists Bulletin*, 64: 53–72.

-Toubal B-O. ; 1986 : Phytoécologie, biogéographie et dynamique des principaux groupements végétaux du massif de l'Edough (Algérie Nord orientale). Cartographie au 1/25000 USTM. Univ.Grenoble.Thèse.Doct.3^{ème} Cycle.111p.

-Turki, S., & Turki, S., 2010. Copepoda and Branchiopoda from Tunisian temporary waters. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 2: 86-97.

-U-

-V-

-Véla, E. & Benhouhou, S., 2007. Évaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le bassin méditerranéen (Afrique du Nord). *Comptes Rendus de Biologie*, 330: 589-605.

-W-

-Wellborn, G.A., Skelly, D.K. & Werner E.E., 1996. Mechanisms creating community structure across a fresh water habitat gradient. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 27: 337-363.

-Williams, W.D., 1985. Biotic adaptations in temporary lentic waters, with special reference in semi-arid and arid region. *Hydrobiologia*, 125: 85-110.

-Williams, M., 1990. *Wetlands a threatened landscape*. Basil Blackwell, Oxford.

-Winter, T.C. & LaBaugh, J.W., 2003. Hydrologic considerations in defining isolated wetlands. *Wetlands*, 23: 532-540.

-X-

-Y-

-Z-

-Zaabi, S. & Afli, A., 2005. Structure générale des peuplements d'annélides polychètes dans le secteur N-E du Golfe de Tunis. *Bulletin de l'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer de Salammbô*, 32: 53-58.

- Zaouali, J., 1980.** Flore et faune benthique de deux lagunes tunisiennes : le lac de Bizerte, Tunisie septentrionale et la Mer de Boughrara, Tunisie méridionale. *Bulletin de l'Office National de Pêche*, 4: 169-200.

- Zedler, P.H., 1987.** *The ecology of southern California vernal pools: a community profile*. U.S. Fish and Wildlife Service Biological Report 85 (7.11).

- Zedler, P.H., 2003.** Vernal pools and the concept of "isolated wetlands". *Wetlands*, 23: 597.

Caractérisation des Macro Invertébrés et les Amphibiens dans Différents Plans D'eau de L'extrême Nord-est Algérien

Lakhdara Dalia

*EcoSTaQ – Laboratoire d'Ecologie des Systèmes Terrestres et Aquatiques
Université Badji Mokhtar – Annaba – Algérie*

Bousslama Zihad

*EcoSTaQ – Laboratoire d'Ecologie des Systèmes Terrestres et Aquatiques
Université Badji Mokhtar – Annaba – Algérie*

Belabed Adnane

*EcoSTaQ – Laboratoire d'Ecologie des Systèmes Terrestres et Aquatiques
Université Badji Mokhtar – Annaba – Algérie*

Résumé

Cette étude porte sur la caractérisation des peuplements de macro invertébrés au niveau de trois mares temporaires de l'extrême Nord est algérien et ce pendant une année (de Décembre 2010 à Novembre 2011). Nos résultats révèlent une variabilité spatiotemporelle dans la richesse, taxonomique, dans l'abondance et la prévalence des différents ordres trouvés.

C'est ainsi que 9 ordres ont été identifiés au niveau de Hjar El Ouassâa1 alors que seulement 7 et 5 ont été détecté étude porte sur la caractérisation des peuplements de macro invertébrés au niveau de trois mares respectivement dans la mare village Garaet El Okhrera. Les Diptères sont irréfutablement les plus abondants et les plus prévalents dans les 3 sites suivi de près par les Ephéméroptères et les coléoptères alors que les Basomatophores et les Urodèles sembleraient être présents de manière anecdotique voir même absents.

Nous avons constate une variation saisonnières dans la chronologie d'apparition des différents ordres. Le maximum de diptères a été observé au mois de mars alors que le pic a été pendant la période inondée (janvier-février) pour les; Ephéméroptères, Hémiptères, Basommatophores et les Haplotaxidés.

Cette étude représente l'étape préalable à la gestion et à la conservation de la biodiversité des zones humides temporaires et nous permis d'identifier, dans la région d'EL Kala la richesse et la grande valeur patrimoniale de la faune aquatique des milieux prioritaires pour la conservation notamment la mare Hjar El Ouassâa1.

1. Introduction

Les zones humides assurent de nombreuses fonctions hydrologiques (recharge des Aquifères, filtration et épuration des eaux, contrôle des inondations), biologiques (Réservoirs importants de biodiversité à la fois floristique et faunistique), et socioéconomiques (eau potable, eau pour l'industrie et l'agriculture, éléments minéraux, Ressources halieutiques, pastorales...). En dépit de ces multiples intérêts, ces habitats Naturels sont les écosystèmes les plus menacés de la planète (Lefeuvre, 2003), et Connaissent une forte régression depuis plusieurs décennies sous l'effet des agressions Multiples (drainage, urbanisation, construction de barrages, pollution, extension de l'agriculture, pâturage...).

Le bassin méditerranéen est riche en diverses zones humides dont les zones humides temporaires qui sont définies comme des milieux caractérisés « par des alternances de phases inondées et exondées, quelles que soient la durée et la fréquence de ces phases » (Grillas et al., 2004). En outre, ces habitats hébergent une très forte biodiversité, marquée par un nombre important d'espèces rares et menacées (Médail et al., 1998, Quézel, 1998, Rhazi et al., 2001a, Grillas et al., 2004). Cependant, en raison de leur taille réduite, de leur caractère éphémère et de leur localisation dispersée, les milieux humides temporaires méditerranéens ont été pendant longtemps très peu étudiés, alors que pour ces mêmes raisons, ces habitats fragiles et vulnérables régressent rapidement sous l'influence des activités humaines (drainage, aménagement agricole, pâturage, pollution; Grillas et al., 2004; Rhazi et al., 2001a, 2006). Les mares temporaires méditerranéennes constituent un type de milieux très singulier. La saisonnalité très irrégulière de leur cycle hydrobiologique leur confère une dynamique qui a toujours attiré l'attention des scientifiques (Grillas et al., 1995).

Les mares ne sont pas de simples points d'eau; malgré leur petite taille, ce sont des écosystèmes très riches,

Parmi les communautés biologiques, les communautés de macroinvertébrés benthiques sont les plus utilisées pour évaluer l'état de santé global des écosystèmes aquatiques (Hellawell, 1986; Barbouret et al., 1999; WFD, 2003). Ce sont des organismes visibles à l'oeil nu, tels que les insectes, les mollusques, les crustacés et les vers, qui habitent le fond des cours d'eau et des lacs. Ces organismes constituent un important maillon de la chaîne alimentaire des milieux aquatiques, puisqu'ils sont une source de nourriture primaire pour plusieurs espèces de poissons, d'amphibiens et d'oiseaux.

Ils sont reconnus pour être de bons indicateurs de la santé des écosystèmes aquatiques en raison de leur sédentarité, de leur cycle de vie varié, de leur grande diversité et de leur tolérance variable à la pollution et à la dégradation de l'habitat. Ils intègrent les effets cumulatifs et synergiques à court terme (allant jusqu'à quelques années) des multiples perturbations physiques (modifications de l'habitat), biologiques et chimiques dans les cours d'eau. Ils sont abondants dans la plupart des rivières et faciles à récolter. De plus, leur prélèvement a peu d'effets nuisibles sur le biote résident (Barbour et al., 1999).

Le suivi des macroinvertébrés benthiques est utile pour :

1. Evaluer et suivre l'évolution de l'état de santé global des écosystèmes aquatiques,
2. Vérifier l'effet d'une source de pollution connue sur l'intégrité de l'écosystème;
3. Evaluer les impacts des efforts de restauration (habitat et qualité de l'eau);
4. Apporter un complément biologique au programme de surveillance de la qualité bactériologique et physicochimique des cours d'eau et enfin de documenter la biodiversité des macroinvertébrés benthiques dans les cours d'eau.

Ces milieux ne sont souvent pas épargnés par les agriculteurs ou les habitants qui vivent à proximité et les utilisent comme source d'eau. Nous avons jugé utile d'entreprendre une étude typologique de six mares de la Numidie orientale, en espérant contribuer à éclaircir la structure et le fonctionnement des mares et comprendre l'influence des facteurs abiotiques et biotiques sur les biocénoses.

La présente étude a pour objectifs, à travers des relevés de terrain et des analyses numériques de trois sites humides temporaires de la région d'el kala

1. de caractériser la faune aquatique (macro invertébrés et amphibiens) de ces milieux,
2. de mettre en évidence leur richesse biologique exceptionnelle,
3. de suivre leur dynamique au cours des saisons,
4. de déterminer leur relation avec les paramètres physico-chimiques des milieux, et
5. de souligner les enjeux de conservation de ces milieux et de leur biodiversité.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Zone D'étude

L'étude a été réalisée au niveau du Parc National d'El-Kala (P.N.E.K) qui abrite le complexe de zones humides le plus important du pays. Le PNEK est l'un des plus grands parcs d'Algérie, caractérisé par de nombreux écosystèmes et une importante richesse biologique et paysagère.

Le Parc National d'El-Kala est situé à 36°50 latitude Nord et 8°27 longitude Est, il est limité par la mer Méditerranée au Nord, les monts de la Medjerda au Sud, la frontière Algéro-Tunisienne à l'Est et les plaines d'Annaba à l'Ouest couvrant ainsi une superficie de 76.438 ha(fig1).

Figure 1: Carte de localisation des sites étudiés dans la région d'El Kala (Nord-Est Algérien)



2.2. Présentation de la Région D'étude

2.2.1 Richesse Faunistique

Cette richesse a été bien mise en évidence par Benyacoub *et al* (1998). En effet, on y compte au moins 37 espèces de Mammifères dont 7 rares, 214 espèces d'Oiseaux dont 75 hivernantes et 139 nicheuses. 17 espèces de Reptiles ont été recensées dont 6 peu abondantes et 2 rares. En ce qui concerne les Insectes, 40 espèces d'Odonates, 50 espèces de Syrphidés, 45 espèces de Carabidés et 31 espèces de Lépidoptères ont été jusqu'à ce jour identifiées.

2.3. Sites Échantillonnées

2.3.1. Hjar el Ouassâa1

Se situe sur la route A84, mare artificielle, peu profonde, peu de végétation en surface; la Typha, et les racines de Myrthe dans l'eau.

Figure 2: Photo de la mare de Hjar el Ouassâa 1 (Cliché Lakhdara Dalia).



2.3.2. Mare Village

Une petite mare peu profonde à l'intérieur d'une pinède, zone inondable, racine de Pin et de Myrte dans l'eau à côté du château d'eau.

Figure 3: Photo de la mare village (Cliché Lakhdara Dalia)



2.3.3. Garaet El Okhrera

Se situe à 20m de la route national A84, c'est un marécage dans une zone inondable qui est saturée d'eau pendant la plus grande partie de l'année, elle s'assèche en été, pas de végétation.

Figure 4: photo de Garaet el Okhrera (Cliché Lakhdara Dalia)



2.4. Echantillonnage

2.4.1. Méthodes D'échantillonnages

Un échantillonnage bimensuel est effectué au niveau des trois sites durant une période allant de décembre 2010 jusqu'à juillet 2011.

2.4.1.1. Sur le Terrain

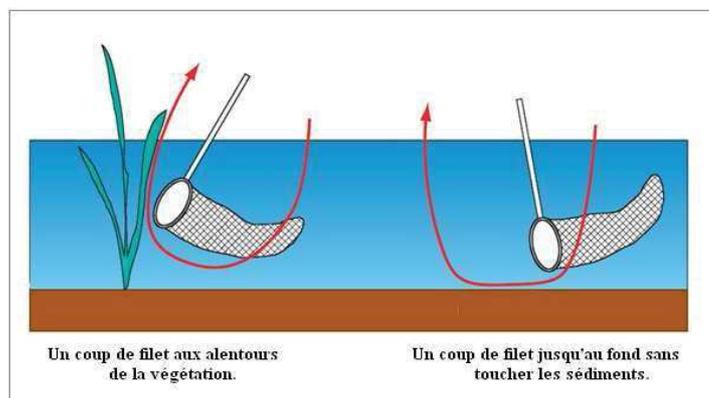
Sur le terrain, les prélèvements ont été effectués suivant la méthode de «dipping» en utilisant un filet de 25 cm de diamètre d'ouverture et 250 μ m de diamètre des mailles (Fig 05).

Figure 5: Photo montrant les caractéristiques de l'épuisette utilisée pour la récolte de la faune en zone (moi-même).



Dans chaque milieu prospecté, nous avons prélevé un échantillon correspondant à 10 coups de filets effectués à plusieurs niveaux du plan d'eau afin de couvrir tous les micro-habitats. Chaque coup est équivalent à une colonne d'eau (filet circulaire) balayée par le filet sur une distance d'environ 50 cm (Fig. 6).

Figure 6: Méthode d'échantillonnage de la faune en zone humide : un coup de filet. (Modifiée à partir de Agència Catalana de l'Aigua)



L'échantillon entier est vidé, pour un premier tri, dans un *plateau* de couleur blanche permettant de distinguer les organismes délicats et rares qui doivent être écartés avant la fixation de l'échantillon, Une *pissette* et des *pincettes* sont utilisées pour récupérer les organismes accrochés au filet.

Le second tri des organismes sur le terrain se fait par tamisage. Les résidus restant sur le *Tamis* sont déposés dans un liquide de conservation (alcool 70°) à l'intérieur de *bocaux* qui sont scellés et

étiquetés. Chaque étiquette collée sur les contenants indique la date, l'heure de prélèvement et le nom du site.

2.4.1.2 Au Laboratoire

Au laboratoire, l'échantillon est lavé à l'eau afin d'éliminer toute trace d'alcool et les sédiments fins. Si l'échantillon contient beaucoup de matière organique, telle que des algues ou du purin, le liquide de conservation est remplacé au bout de quelques jours quand l'échantillon n'est pas traité immédiatement.

2.5. Identification

L'identification des macroinvertébrés (insectes, oligochètes) a été réalisée à l'aide de la clé de Tachet *et al.* (2000), celle des amphibiens avec la clé d'Angel (1946).

2.6. Analyses Statistiques

Nous avons utilisés le logiciel excel pour les statistiques élémentaires; calcule de moyenne et de la somme. Pour la représentation graphique (les courbes, les histogrammes et les camemberts).

3. Résultats

3.1. Evolution de la Richesse Taxonomique en Fonction du Temps

3.1.1. Richesse Totale

Nombre de taxons observé par site pendant toute l'année.

Tableau 1: présente la Richesse Taxonomique totale dans les trois sites

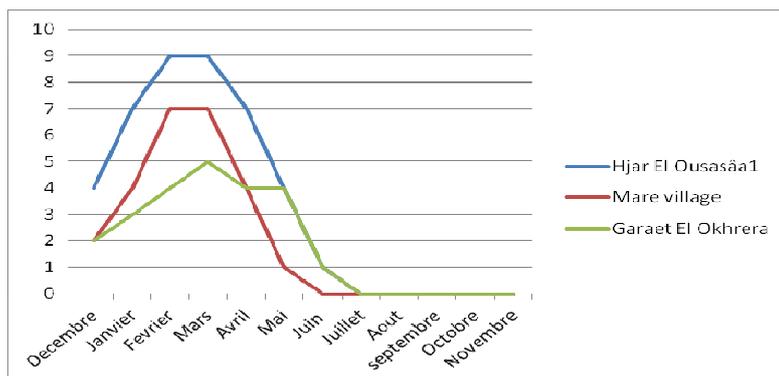
Sites	Richesse taxonomique
Site01	9
Site02	7
Site03	5

Site01 : Hjar El ouassâa1, **site02 :** Mare village, **site03 :** Garaet El Okhrera.

D'après le (tableau 1), nous remarquons que la mare du Hjar El ouassâa1 est celle qui représente la plus grande richesse(09) taxons suivi de la Mare du village (07) taxons, la mare de Garaet el Okhrera (05) est considérée comme étant le site le moins riche.

3.1.2. Dynamique de la Richesse Taxonomique

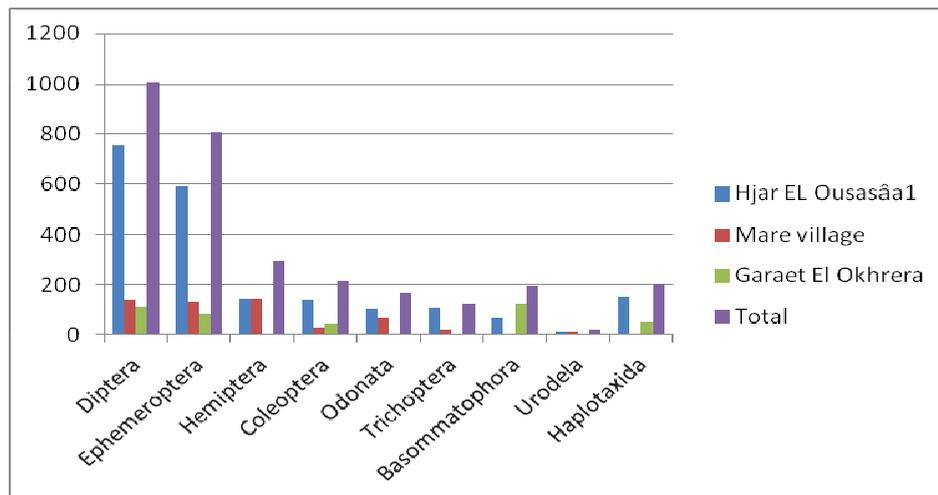
Figure 7: Evolution temporelle de la richesse taxonomique au niveau de trois sites d'étude



Selon la figure 07, la plus grande richesse est observée au mois de Février, Mars, et Avril pour les trois sites; la biodiversité varie en fonction des sites c'est ainsi qu'elle est plus importante (2070ind à Hjar El Ouassâa1) pauvre en taxon dans les autres sites ;(542ind à Mare village), et (421ind à Garaet El Okhrera).

3.2. Abondance

Figure 8: Représentation graphique de l'Abondance.



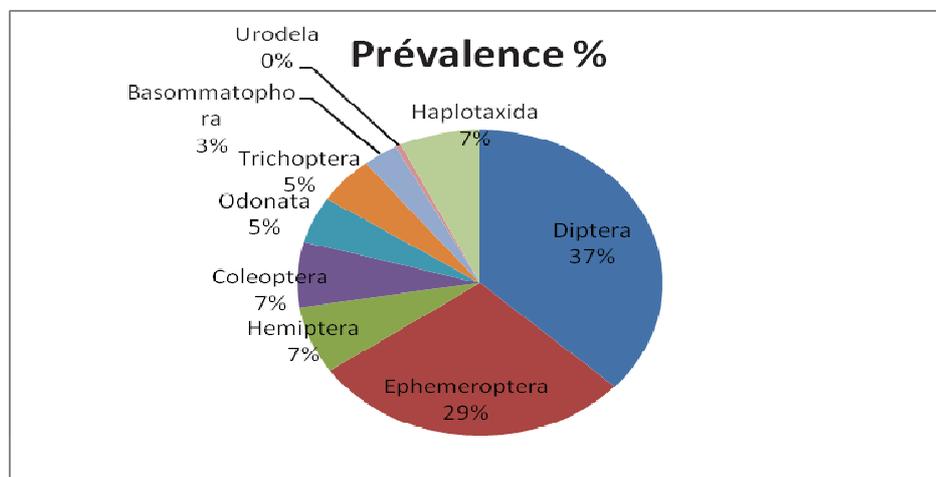
Selon la figure 08, nous remarquons que les Diptères sont irréfutablement les plus abondants et ce dans tous les sites d'études. En effet, (758ind à Hjar El Ouassâa1; 136ind dans la Mare village; 113ind à Garaet El Okhrera).Les Ephéméroptères sont également nombreux (589ind à Hjar El Oussâa1; 134ind dans la Mare village; 147ind à Garaet El Okhrera), suivi par les Hémiptères (148ind à Hjar El Oussâa1;147ind dans la Mare village; ils sont totalement absent à Garaet El Okhrer).

Les moins observés sont les Urodèles où une présence anecdotique (11ind à Hjar El Ouassâa1; 10ind dans la Mare village et totalement absent à Garaet El Okhrera) a été noté.

3.3. Prévalence

3.3.1.Hjar el Ouassâa1

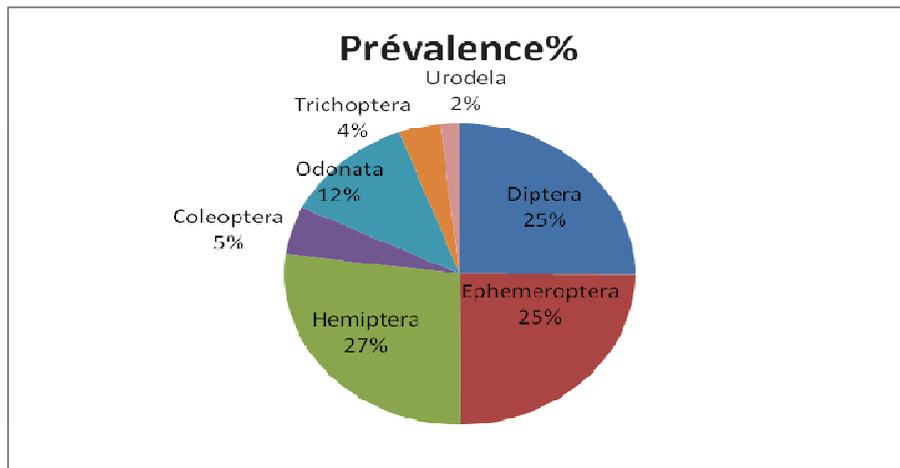
Figure 9: Prévalence (%) des différents taxons observés au niveau de Hjar El Ouassâa1



D'après la (figure 09), 9 ordres de macro invertébrés ont pu être identifiés au niveau de cette mare. L'ordre le plus prévalent est représenté par les Diptères (37%) suivi de près par les Ephéméroptères (29%). Les ordres les moins prévalent sont respectivement les Hémiptère, les Coléoptère et les Haplotaxidés (7%), les Odonates et les Trichoptères (5%) et enfin les Basommatophores et Urodèles qui sont très rares.

3.3.2 Mare Village

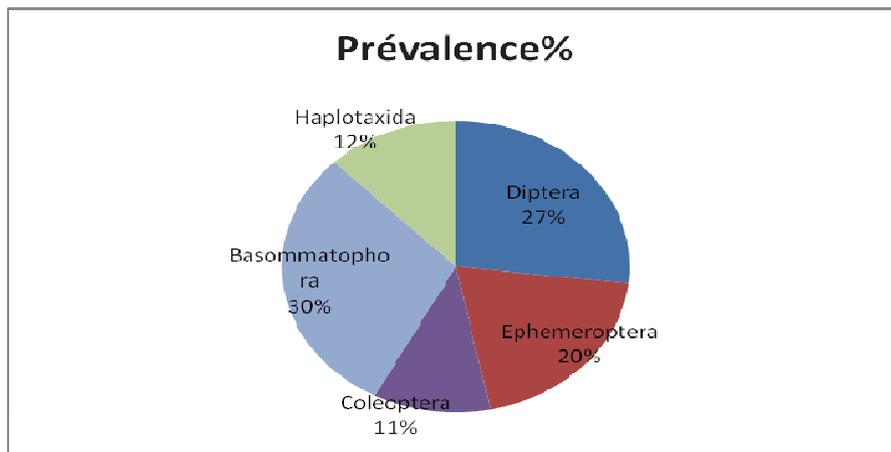
Figure 10: Prévalence (%) des différents taxons observés au niveau de la Mare village



Cette mare abrite 7 ordres (figure 10), l'ordre le plus prévalent est celui des Hémiptères avec 27%, les Diptères et les Ephéméroptères (25%), le reste des ordres suivi de cet ordre de prévalence Odonates, Coléoptères, Trichoptères et Urodèles.

3.3.3 Garaet El Okhrera

Figure 11: Prévalence (%) des différents taxons observés au niveau de Garaet El Okhrera

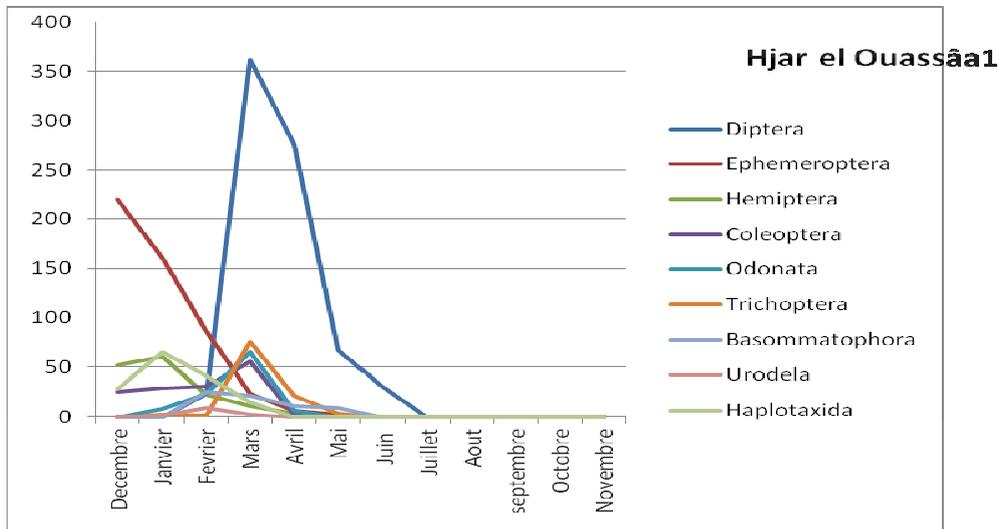


Le peuplement des macro-invertébrés est caractérisé par 5 ordres (figure11), dont les ordres les plus prévalent sont respectivement; les Basommatophores (30%), les Diptères (27%) et les Ephéméroptères (20%).Le reste des ordres sont moins prévalent Haplotaxidés, Coléoptères.

3.4. Dynamique des Peuplements

3.4.1 Variations Temporelles du Nombre D'individus au Niveau de Hjar el Ouassâa1

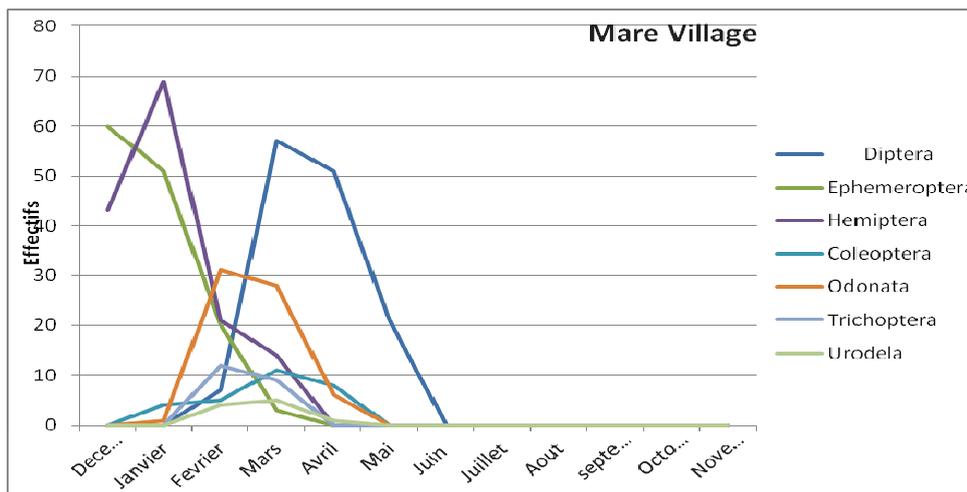
Figure 12: Variation mensuelle des différents taxons au niveau de Hjar EL Ouassâa1



Au niveau de la mare de Hjar El Ouassâa1, nous avons constaté un pic d'abondance au mois de Mars et ce pour tous les taxons excepté les Ephéméroptères pour lesquelles le maximum est observé en mois de Décembre et devient nulle au mois de Avril. C'est au cours du mois de Janvier que les Hémiptères et les Haplotaxidés sont les plus abondants (Figure 12).

3.4.2 Variations Temporelles du Nombre D'individus au Niveau de la Mare du Village

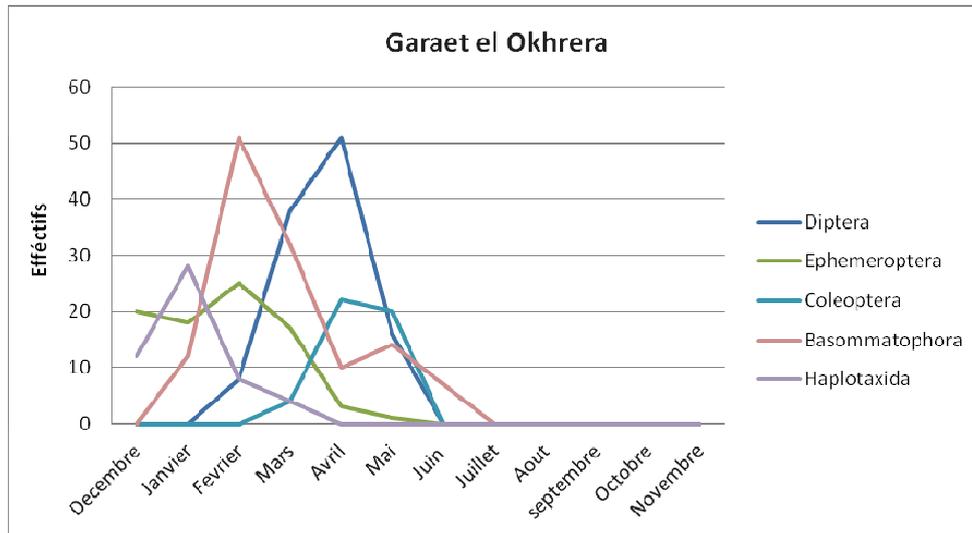
Figure 13: Variation mensuelle des différents taxons au niveau de la mare village



L'analyse de la figure 13, montre que le pic d'abondance est observé au cours du mois de Mars-Avril pour les Diptères(136ind),les Coléoptères(28ind), au cours du mois de Décembre pour les Ephéméroptères(589ind),au cours du mois de Janvier pour les Hémiptère(148ind), et au cours du mois de Février-Mars pour les Odonates(66ind),les Trichoptères(21ind),et les Urodèles(10ind).

3.4.3 Variations Temporelles du Nombre D'individus au Niveau de Garaet El Okhrera

Figure 14: Variation mensuelle des différents taxons au niveau de Garaet El Okhrera



D'après la figure 14, l'évolution mensuelle des effectifs montre que le pic d'abondance enregistré par les Diptères (113ind) au cours du mois de Mars-Avril, les Basommatophores (126ind), les Ephéméroptères (84ind) au cours du mois de Février, les Coléoptères (46ind) au cours du mois d'Avril-Mai, les Haplotaaxidés (52ind) au cours du mois de Janvier. On observe aussi une absence des Hémiptères, Odonates, Trichoptères, et Urodèles dans ce site.

4. Discussion

L'Algérie abrite des zones humides temporaires d'eau douce dont une grande partie est concentrée au Nord-est du pays (Samraoui *et al.*, 1993). Ce sont des milieux singuliers, ni vraiment Aquatiques ni complètement terrestres, où l'alternance de phases sèches et inondées ainsi que l'isolement favorisent l'établissement de peuplements floristiques et faunistiques originaux et diversifiés.

La faune des zones humides temporaires est formée principalement par des **invertébrés** (Collinson *et al.*, 1995; Lounaci *et al.*, 2000; Beauchard *et al.*, 2003; Boix *et al.*, 2004, 2008, 2009; Gascon *et al.*, 2008, 2009; Bazzanti *et al.*, 2009) comme les insectes (coléoptères, Bennis *et al.*, 2009; éphéméroptères, Nagell & Fagerstrom, *et al.*, 1978) Cette faune comprend également quelques **amphibiens** (Jakob *et al.*, 1999, 2003; Gomez-Rodriguez *et al.*, 2009; Sicilia *et al.*, 2009).

C'est dans le cadre de ces travaux, que la présente étude a été menée. Elle a pour objectifs, à travers des relevés de terrain et des analyses numériques de trois sites humides temporaires de la région d'El Kala (Nord-Est Algérien) (1) de caractériser la faune aquatique (macroinvertébrés et amphibiens) de ces milieux, (2) de mettre en évidence leur richesse biologique exceptionnelle, (3) de suivre leur dynamique au cours des saisons.

Les trois zones humides temporaires étudiées se trouvent sous climat méditerranéen qui selon Quézel (1998) est caractérisé par une saison pluvieuse allant en moyenne de septembre à mai, et par un été sec et ensoleillé entraînant la disparition du plan d'eau durant plusieurs mois. Nos résultats ont révélé une bonne diversité de la faune aquatique au niveau de nos sites d'étude : en effet, neuf (09) Ordres ont été constatés. Tous les macroinvertébrés observés sont caractéristiques des habitats aquatiques, tels que les coléoptères; Bennis *et al.*, 2009; Touaylia *et al.*, 2010), les éphéméroptères (Korba *et al.*, 2009). Parmi ces taxons certains, ont été retrouvés dans tous les sites car ils seraient

adaptés aux alternances des phases hydriques (Terzian, 1979; Giudicelli & Thiéry, 1998) tels que les diptères et les coléoptères.

Une variabilité spatiale (inter sites) de la richesse taxonomique a été décelée. Elle est de 9 au niveau Hjar El Ouassâa1 et égale à 7 et 5 pour respectivement la mare Village et Garaet el Okhrera. Ceci pourrait être dû à la superficie qui serait plus grande pour la première mare, à la rareté des urodèles sachant que ce sont des espèces classées en liste rouge par l'UICN (Carranza & Wade, 2004) ou à la spécificité de certaines d'entre elles vis-à-vis de ce milieu.

En vivant dans un milieu humide temporaire, la faune aquatique doit s'adapter à la disparition de son milieu de vie ou bien migrer pour coloniser un nouveau biotope. Le peuplement d'invertébrés des mares temporaires comprend deux catégories d'espèces : Les **espèces résidentes** sont strictement inféodées au milieu temporaire : leur cycle biologique se déroulant entièrement dans ce biotope, elles passent, pendant la période d'assèchement, par l'intermédiaire d'une écophase de résistance, l'œuf, qui leur permet un état de vie ralenti à un stade déterminé de leur développement (Thiéry *et al.*, 1995; Giudicelli & Thiéry, 1998).

Les **espèces migrantes** sont des formes ailées qui proviennent de milieux aquatiques permanents et qui colonisent les milieux temporaires dès leur mise en eau. Ce sont principalement des insectes qui ne se présentent, dans l'eau, que sous forme larvaire : en particulier, les éphémères, les odonates, les trichoptères, les coléoptères, les diptères Chironomidae et certains culicidés (moustiques). En revanche, les coléoptères utilisent également le milieu à l'état adulte (imagos).

Nos résultats révèlent que la majorité des macroinvertébrés des milieux étudiés sont similaires à ceux des habitats temporaires étudiés au Maroc (Boutin, 1982; Metge, 1986; Giudicelli & Thiéry, 1998), en Italie (Williams, 1985; Bazzanti *et al.*, 1996, 2009; Bagella *et al.*, 2010a et Culioli, 2006) et en Espagne (Boix, 2001, 2004, 2006, 2008, 2009; Gascón *et al.*, 2008, 2009; Gómez-Rodríguez *et al.*, 2009; Ruhí *et al.*, 2009) et en Algérie ((Metge, 1986; Thiéry, 1981, 1986, 1987, 1991; Ramdani, 1986; Marque & Metge, 1991; Salvador, 1996; Lounaci *et al.*, 2000; Lmohdi *et al.*, 2008, Samraoui *et al.*,).

Des études ont montré que la durée de l'hydropériode est le principal facteur déterminant de la composition et la structure des communautés faunistiques temporaires (Clachlan, 1985; Jeffries, 1994; Schneider & Frost 1996; Wellborn *et al.*, 1996; Schneider, 1999). Au sein de nos trois sites, la composition, l'organisation, l'abondance et la prévalence des communautés faunistiques variaient d'une saison à une autre. Il importe de remarquer que les phases d'inondation et de sécheresse de chaque site étudié ne correspondent pas à la même période. (Culioli *et al.*, 2006).

En effet, nous avons remarqué que les Diptères étaient le groupe le plus représenté au niveau de tous nos sites (le plus abondant et le plus prévalent). Ils sont suivis par les Ephéméroptères, Hémiptères et les Coléoptères. Les moins observés sont de toute évidence les Urodèles où une présence anecdotique (11ind à Hjar El Ouassâa1; 10ind dans la Mare village et totalement absent à Garaet El Okhrera) a été noté. Du fait de leurs possibilités de déplacement important et leur capacité de découvrir rapidement les plans d'eau, les diptères, coléoptères et Ephéméroptères colonisent rapidement le milieu dès que la mise en eau est détectée.

En outre, la colonisation faunistique du plan d'eau temporaire est liée également aux exigences écologiques des taxons, certains utilisant la dépression dès la mise en eau, en automne, d'autres à la sortie de l'hiver, et d'autres en fin de printemps. Certains taxons, en particulier, les Basommatophores (Mollusaca) et les Haplotaxidés ne sont représentés que saisonnièrement, en automne et en hiver. Ceci est lié au cycle saisonnier très marqué de leur développement. Les odonates et les urodèles se développent surtout essentiellement au printemps. Cette dynamique saisonnière de notre faune aquatique temporaire, marquée principalement par des phases de colonisation en début de cycle hydrologique ou de fuite en fin de cycle, est un phénomène observé dans la plupart des écosystèmes temporaires de la région méditerranéenne (Thiéry, 1987).

5. Conclusion

Cette étude représente l'étape préalable à la gestion et à la conservation de la biodiversité des zones humides temporaires. Elle a permis d'identifier, dans la région la richesse et la grande valeur patrimoniale de la faune aquatique des milieux prioritaires pour la conservation notamment la mare Hjar El Ouassâa1.

Dans cette perspective de gestion conservatoire des milieux humides temporaires de La région d'El Kala, et pour mieux évaluer l'impact des perturbations sur la biodiversité, il est nécessaire d'effectuer des suivis réguliers à long terme de la faune et de la flore dans cette région. D'autre part, il est indispensable de pousser l'identification de la faune au niveau spécifique afin de préciser la biodiversité animale de ces milieux, et d'en établir la liste des espèces rares, ce qui ne fera que renforcer l'intérêt majeur en terme de conservation de ces biotopes.

Enfin, dans le but de préserver ces milieux et leur biodiversité, il semble urgent (1) de protéger ou de restaurer ces sites exceptionnels, (2) d'identifier et tenter de maîtriser les facteurs qui provoquent leur dégradation, (3) de sensibiliser les populations locales et les pouvoirs publics sur les valeurs écologique et socio-économique de ces milieux, et des menaces auxquelles ils sont soumis.

Références Bibliographiques

- [1] Agència Catalana de l'Aigua. 2006. *ECOZO Protocol d'avaluació de l'estat ecològic des zones humides*. Page 22. Agència Catalana de l'Aigua, Barcelona.
- [2] Angel, F., 1946. Faune de France. 45. *Reptiles et Amphibiens*. Lechevalier, Paris
- [3] Bagella, S., Caria, M.C., Farris, E. & Filigheddu, R., 2009a. Phytosociological analyses in Sardinian Mediterranean temporary wet habitats. *Fitosociologia*, 46: 11-26.
- [4] Bagella, S., Caria, M.A., Farris, E. & Filigheddu, R.S., 2009b. Spatial-time variability and conservation relevance of plant communities in Mediterranean temporary wet habitats: a case study in Sardinia (Italy). *Plant Biosystems*, 143: 435-442.
- [5] Bagella, S., Caria, M.C. & Zuccarello, V., 2010b. Patterns of emblematic habitat types in Mediterranean temporary wetlands. *Comptes Rendus Biologies*, 333: 694-700
- [6] Barbero, M., Giudicelli, J., Loisel, R., Quézel, P. & Terzian E., 1982. Études des biocénoses des mares et ruisseaux temporaires à éphémérophytes dominants en région méditerranéenne française. *Bulletin d'Ecologie*, 13: 387-400.
- [7] Barbier, E. B., Acreman, M. & Knowler, D., 1997. *Economic Valuation of Wetlands: A Guide for Policy Makers and Planners*. Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland
- [8] Barbour, M. T., J. Gerritsen, B. D. Snyder et J. B. Stribling, 1999. *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates, and Fish*, 2^e édition, Washington, D.C., U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, EPA841-B-99-002, 11 chapitres, 4 annexes, [<http://www.epa.gov/owow/monitoring/rbp/wp61pdf/rbp.pdf>].
- [9] **Benyacoub, S.; Louanchi, M.; Benhouhou, S.; Baba Ahmed, R.; Chalabi, B.; Ziane, N.; Rouag, R. & Haou, F. (1998)**. Plan directeur de gestion du Parc National d'El Kala et du complexe des zones humides. Projet GEF – banque mondiale. Tome texte 220 p. fascicule de 28 cartes.
- [10] Bazzanti, M., Baldoni, S. & Seminara, M., 1996. Invertebrate macrofauna of a temporary pond in Central Italy: composition, community parameters and temporal succession. *Archiv für Hydrobiologie*, 137: 77-94.
- [11] Bazzanti, M., Della Bella, V.F., 2009. Functional characteristics of macroinvertebrate communities in Mediterranean ponds (Central Italy): influence of water permanence and mesohabitat type. *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology*, 45: 29-39.
- [12] Beauchard, O., Gagneur, J. & Brosse, S., 2003. Macroinvertebrate richness patterns in North African streams. *Journal of Biogeography*, 30: 1821-1833.

- [13] Bennas, N., Sánchez-Fernández, D., Abellán, P. & Millán, A. 2009. Analyse de la vulnérabilité des coléoptères aquatiques dans la rive sud méditerranéenne : cas du Rif Marocain. *Annales de la Société Entomologique de France* (n.s.), 45: 309-320.
- [14] Boix, D., Sala, J. & Moreno-Amich, R., 2001. The faunal composition of Espolla pond (NE Iberian peninsula): the neglected biodiversity of temporary waters. *Wetlands*, 21: 577-592.
- [15] Boix, D., Sala, J., Quintana, X.D. & Moreno-Amich, R., 2004. Succession of the animal community in a Mediterranean temporary pond. *Journal of North American Benthological Society*, 23: 29-49.
- [16] Boix, D., Sala, J., Gascon, S. & Brucet, S., 2006. Predation in a temporary pond with special attention to the trophic role of *Triops cancriformis*. *Hydrobiologia*, 571: 341-353.
- [17] Boix, D., Gascón, S., Sala, J., Badosa, A., Brucet, S., López-Flores, R., Martinoy, M., Gifre, J., Quintana, X.D., 2008. Patterns of composition and species richness of crustaceans and aquatic insects along environmental gradients in Mediterranean water bodies. *Hydrobiologia*, 597: 53-69.
- [18] Boix, D., Sala, J., Gascón, S., Ruhí, A. & Quintana, X.D., 2009. Structure of invertebrate assemblages contribution to the ecological functioning of the Mediterranean temporary ponds. In: P. Fraga I Arguimbau (ed.), *International Conference on Mediterranean Temporary Ponds, Proceedings & Abstracts*, pp. 153-189. Consell Insular de Menorca, Recerca, 14. Maó, Menorca, Spain.
- [19] Boutin, C., Lesne L. & Thiéry A., 1982. Ecologie et typologie de quelques mares temporaires à Isoetes d'une région aride du Maroc occidental. *Ecologia Mediterranea*, 8: 31-56.
- [20] Carranza, S. & Wade, E., 2004. Taxonomic revision of Algero-Tunisian *Pleurodeles* (Caudata: Salamandridae) using molecular and morphological data. Revalidation of the taxon *Pleurodeles nebulosus* (Guichenot, 1850). *Zootaxa*, 488: 1-24.
- [21] Collinson, N.H., Biggs, J., Corfield, A., Hodson, M.J., Walker, D., Whitfield, M. & Williams, P.J., 1995. Temporary and permanent ponds: an assessment of the effects of drying out on the conservation value of aquatic macroinvertebrate communities. *Biological Conservation*, 74: 125-133.
- [22] Culioli, J.L., Foata, J., Mori, C., Orsini, A. & Marchand, B., 2006. Temporal succession of the macroinvertebrate fauna in a Corsican temporary pond. *Vie et Milieu*, 56: 215-221.
- [23] Gascon, S., Boix, D., Sala, J. & Quintana, X.D. 2008. Relation between macroinvertebrate life strategies and habitat traits in Mediterranean salt marsh ponds (Emporda Wetlands, NE Iberian Peninsula). *Hydrobiologia*, 597: 71-83.
- [24] Gascon, S., Boix, D. & Sala, J., 2009. Are different biodiversity metrics related to the same factors? A case study from Mediterranean wetlands. *Biological*, 142: 2601-2612.
- [25] Giudicelli, J., 2002. Changements des régimes thermiques et hydrologiques; impact sur les hydrosystèmes continentaux et leur peuplement. In: *Changement climatique, fantasme ou réalité ? Actes des tables rondes*, pp. 39-45. EID Méditerranée, EDEN, ADEGE & IRD, Montpellier.
- [26] Giudicelli, J. & A. Thiéry, 1998. La faune des mares temporaires, son originalité et son intérêt pour la biodiversité des eaux continentales méditerranéennes. *Ecologia Mediterranea*.24(2): 135-143.
- [27] Gómez-Rodríguez, C., Díaz-Paniagua, C., Serrano, L., Florencio, M. & Portheault, A., 2009. Mediterranean temporary ponds as amphibian breeding habitats: the importance of preserving pond networks. *Aquatic Ecology*, 43: 1179-1191.
- [28] Grillas, P. & Roche J. 1995- Végétation des marais temporaires : écologie et gestion. Collection étudiée par : SKINNER J. & CRIVELLI A. 86p.
- [29] Grillas, P. & Roché, J., 1997. *Végétation des marais temporaires*, *Ecologie et gestion*. Collection MedWet, Conservation des zones humides méditerranéennes 8, Tour du Valat, Arles.

- [30] Grillas, P., Gauthier, P., Yavercovski, N. & Perennou, C., 2004. *Mediterranean temporary pools, 2 volumes*. Station biologique de la Tour du Valat, Arles.
- [31] Hellawell, J. M., 1986. *Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environmental Management*, Londres, Elsevier, 546 p.
- [32] Jakob, C., Morand, A. & Crivelli, A., 1999. Amphibian communities in a mosaic of mediterranean seasonally-flooded ponds: species richness and composition (Nature Reserve of Roque-Haute, France). *In: C. Miaud and G. Guyétant (eds.), Current Studies in Herpetology*. SEH, Le Bourget du Lac, 480 p.
- [33] Jakob, C., Poizat, G., Veith, M., Seitz A. & Crivelli, A.J., 2003. Breeding phenology and larval distribution of amphibians in a Mediterranean pond network with unpredictable hydrology. *Hydrobiologia*, 499: 51-61.
- [34] Jeffries, M., 1994. Invertebrate communities and turnover in wetlands ponds affected by drought. *Freshwater Biology*, 32: 603-612.
- [35] Korbaa, M., Bejaoui, M. & Boumaiza, M., 2009. Variation spatio-temporelle de la structure de l'éphéméroptérofaune dans l'oued Sejnane (Ichkeul, Tunisie septentrionale). *Revue des Sciences de l'Eau*, 22: 373-381.
- [36] Lefeuvre, J.C., Laffaille, P., Feunteun, E., Bouchard, V. & Radureau, A., 2003. Biodiversity in salt marshes: from patrimonial value to ecosystem functioning. The case study of the Mont-Saint-Michel bay. *Comptes Rendus Biologies*, 326: 125-131.
- [37] Lounaci, A., Brosse, S., Thomas, A. & Lek, S., 2000. Abundance, diversity and community structure of macroinvertebrates in an Algerian stream: the Sébaou wadi. *Annales de Limnologie*, 36: 123-133.
- [38] Marque, C. & Metge, G., 1991. Influence des facteurs physiques et chimiques des eaux superficielles sur la production primaire des mares temporaires (dayas) de la Meseta occidentale marocaine; essai de typologie. *Ecologia mediterranea*, 17: 89-102.
- [39] Médail, F., Michaud, H., Molina, J., Paradis, G. & Loisel, R., 1998. Conservation de la flore et de la végétation des mares temporaires dulçaquicoles et oligotrophes de France méditerranéenne. *Ecologia Mediterranea*, 24: 119-134.
- [40] Médail, F. & Quézel, P., 1999. Biodiversity hotspots in the Mediterranean basin: setting global conservation priorities. *Conservation Biology*, 13: 1510-1513.
- [41] Médail, F. & Quézel, P., 2003. Conséquences écologiques possibles des changements climatiques sur la flore et la végétation du bassin méditerranéen. *Bocconea*, 16: 397- 422.
- [42] Metge, G., 1986. *Etude des écosystèmes hydromorphes (dayas et merjas) de la meseta occidentale marocaine*. Thèse de doctorat, Université Aix-Marseille III, Marseille, France.
- [43] Nagell, B. & Fagerstrom, T. 1978. Adaptations and resistance to anoxia in *Cloeon dipterum* (Ephemeroptera) and *Nemoura cinerea* (Plecoptera). *Oikos*, 30: 95-99.
- [44] Quézel, P., 1998. La végétation des mares transitoires à *Isoetes* en région méditerranéenne, intérêt patrimonial et conservation. *Ecologia Mediterranea*, 24: 111-117.
- [45] Ramdani, M., 1986. *Ecologie des crustacés (Copépodes, Cladocères et Ostracodes) des dayas marocaines*. Thèse de Doctorat, Université Marseille I, Marseille, France.
- [46] Ramdani, M., Elkhiaiti, N. & Flower, R.J., 2001. Open water zooplankton communities in North African wetland lakes: the CASSARINA Project. *Aquatic Ecology*, 35: 319-333.
- [47] Ramdani, M., Elkhiaiti, N. & Flower, R.J., 2009. *Lake of Africa: North of Sahara*. Gene E. Likens, (ed.) *Encyclopedia of Inland Waters*, vol. 2, pp. 544-554 Oxford: Elsevier.
- [48] Rhazi, L., 2001. *Etude de la végétation des mares temporaires et l'impact des activités humaines sur la richesse et la conservation des espèces rares au Maroc*. Thèse de doctorat, Université Hassan II, Faculté des Sciences Aïn Chock, Casablanca, Maroc.
- [49] Rhazi, L., Grillas, P., Mounirou Touré, A. & Tan Ham, L., 2001a. Impact of land use in catchment and human activities on water, sediment and vegetation of Mediterranean temporary

- pools. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris Série. III Science de la Vie*, 324: 165-177.
- [50] Rhazi, L., Grillas, P., Tan Ham, L. & El Khyari, D., 2001b. The seed bank and the between-years dynamics of the vegetation of a Mediterranean temporary pool (NW Morocco), *Ecologia mediterranea*, 27: 69-88.
- [51] Rhazi, M., Grillas, P., Médail, F. & Rhazi, L., 2005. Consequences of shrub clearing on the richness of aquatic vegetation in oligotrophic seasonal pools in Southern France. *Phytocoenologia*, 35: 489-510.
- [52] Rhazi, L., Rhazi, M., Grillas, P. & El Khyari, D., 2006. Richness and structure of plant communities in temporary pools from western Morocco: influence of human activities, *Hydrobiologia*, 570: 197-203.
- [53] Rhazi, L., Grillas, P., Charpentier, A., Rhazi, M., Leclainche, N., Tiolet, D., Desnoubes, L., Duborper, E., Yavercovski, N. & E Khyari, D., 2007. Effet de l'hydrologie sur les populations d'une espèce rare des mares temporaires méditerranéennes : *Elatine brochonii* (Elatinaceae). In: M. Paracuellos (ed.), *Ambientes mediterráneos. Funcionamiento, biodiversidad y conservación de los ecosistemas mediterráneos. Actas de las 15 Jornadas del Aula de Ecología 2005*, pp. 185-193. Instituto de Estudios Almerienses Almería.
- [54] Rhazi, L., Grillas, P., Rhazi, M. & Aznar, J.C., 2009. Ten-year dynamics of vegetation in a Mediterranean temporary pool in western Morocco. *Hydrobiologia*, 634:185-194.
- [55] Ruhí, A., Boix, D., Sala, J., Gascón, S. & Quintana, X.D., 2010. Spatial and temporal patterns of pioneer macrofauna in recently created ponds: taxonomic and functional approaches. *Developments in Hydrobiology*, 210: 293-307
- [56] Salvador. A., 1996. *Amphibians of Northwest Africa*. Smithsonian heterpetological information service. N° 109.
- [57] Schleich, H.H., Kästle, W. & Kabisch, K., 1996: *Amphibians and Reptiles of North Africa*. Koeltz scientific books, Köenigstein.
- [58] Schneider, D.W. & Frost, T.M., 1996. Habit duration and community structure in temporary ponds. *Journal of the North American Benthological Society*, 15: 64-86.
- [59] Schneider, D.W., 1999. Influence of hydroperiod on invertebrate community structure. p. 299-318. In: D. Batzer, R. B. Rader, A.Wissinger, (eds.), *Invertebrate in Freshwater Wetlands of North America*. John Wiley and Sons, New York, NY, USA.
- [60] Sicilia, A., Marrone, F., Sindaco, R., Turki, S. & Arculeo, M., 2009. Contribution to the knowledge of Tunisian amphibians: notes on distribution, habitat features and breeding phenology. *Herpetology Notes amphibi*, 2: 107-132.
- [61] Samraoui, B, Benyacoub, S, Mecibah, S, et Dumont, H.J; 1993- Afrotropical libellulid (Insecta, Odonata) in the lake district of EL-KALA, Northeast Algeria with a rediscovery of *Urothermis edwardis* (Selys) and *Acisoma panospoides* (Rambur) *Odonatologica*. 22(3):365-372.
- [62] Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M. & Usseglio-Polatera, P., 2000. *Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie*. CNRS Éditions, Paris.
- [63] Terzian, E., 1979. *Ecologie des mares temporaires de l'Isotie sur la Crau et l'Estérel (France)*. Thèse de 3ème cycle, Université d'Aix-Marseille III.
- [64] Thiéry, A., 1981. Contribution à la connaissance des Hétéroptères du Maroc: les Hétéroptères aquatiques du Haut-Atlas occidental. *Bulletin Institut Scientifique Rabat*, 5: 13-34.
- [65] Thiéry, A., 1986. Les Crustacés Branchiopodes (Anostraca, Notostraca et Conchostraca) du Maroc Occidental I. Inventaire et répartition. *Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Toulouse*, 122: 145-155.
- [66] Thiéry, A., 1987. *Les crustacés branchiopodes Anostraca, Notostraca et Conchostraca des milieux limniques temporaires (Dayas) au Maroc. Taxonomie, biogéographie, écologie*. Thèse de doctorat, Université d'Aix Marseille 3, Marseille, France.

- [67] Thiéry, A., 1991. Multispecies coexistence of branchiopods (Anostraca, Notostraca & Spinicaudata) in temporary ponds of Chaouia plain (western Morocco): sympatry or syntopy between usually allopatric species. *Hydrobiologia*, 212: 117-136.
- [68] Thiéry A., Brtek, I. & Gasc, C., 1995. Cyst morphology of European branchiopods (Crustacea: Anostraca, Notostraca, Spinicaudata, Laevicaudata). *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris*, 4, série, 17(1-2): 107-140.
- [69] Touaylia, S., Bejaoui, M., Boumaiza, M. & Garrido, J., 2009. Nouvelles données sur la famille des Hydraenidae Mulsant, 1844, de Tunisie (Coleoptera). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 114 (3): 317-326.
- [70] Touaylia, S., Garrido, J., Bejaoui, M. & Boumaiza, M., 2010. A contribution to the Study of Aquatic Adephage (Coleoptera, Gyrinidae, Haplidae, Noteridae, Paleobiidae) from Northern Tunisia. *The Coleopterists Bulletin*, 64: 53-72.
- [71] Water Framework Directive (WFD), 2003. *Overall Approach to the Classification of Ecological Status and Ecological Potential*, Water Framework Directive Common Implementation Strategy Working Group 2, A Ecological Status (ECOSTAT), 28 p. et 2 annexes, [<http://cwss.www.de/workshops/wfd/Ecological-Classification-Guidance.pdf>].
- [72] Wellborn, G.A., Skelly, D.K. & Werner E.E., 1996. Mechanisms creating community structure across a fresh water habitat gradient. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 27: 337-363.
- [73] Williams, W.D., 1985. Biotic adaptations in temporary lentic waters, with special reference in semi-arid and arid region. *Hydrobiologia*, 125: 85-110.
- [74] Williams, M., 1990. *Wetlands a threatened landscape*. Basil Blackwell, Oxford.