



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE

جامعة باجي مختار - عنابة

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

THESE EN VUE DE L'OBTENTION D'UN DIPLOME DE DOCTORAT

Spécialité: BIOLOGIE ANIMALE

Intitulé:

Etude Bio-écologique des Hydracariens de la
région d'El Kala

Présentée par :

Par : M^{me} MESSIKH SAMIA

Membres de Jury :

Pr. BENSOUILAH Mourad	Université d'Annaba	Président
Pr. BENYACOUB Slim	Université d'Annaba	Directeur de thèse
Pr. DRAREDJA Brahim	Université d'Annaba	Examineur
Dr. MAAZI Cherif (MCA)	Université de Souk Ahras	Examineur
Dr. RAMDANE Zouhir (MCA)	Université de Béjaia	Examineur
Dr. KAOUACHI Nouha (MCA)	Université de Souk Ahras	Examineur

Année 2016

REMERCIEMENTS

Mes remerciements s'adressent en premier lieu à « الله », qui m'a donné le courage, la force et la patience pour mener à terme ce travail de recherche.

*Je remercie Mr **BENSOUILAH Mourad** Professeur au département de Biologie, Université d'Annaba qui a bien voulu accepter de faire partie de ce jury en qualité de président.*

*Mes plus vifs remerciements et ma profonde gratitude vont bien évidemment à Monsieur le professeur **BENYACOUB Slim** qui m'a énormément aidé et qui a dirigé ma thèse durant les années de recherche effectuées.*

*Je remercie également Monsieur **DRAREDJA Brahim** professeur à l'Université d'Annaba qui a bien voulu accepter de faire partie de ce jury en qualité d'examineur.*

*Je remercie les Maîtres de Conférences Madame **Kaouachi Nouha** et Monsieur **MAAZI Cherif** de l'Université de Souk Ahras sans oublier Monsieur **Ramdane Zouhir** Maître de Conférences à l'université de Béjaia*

*Mes remerciements vont également au professeur **TAHAR Ali** qui m'a aidé et encouragé pour ce travail.*

Mes remerciements à tous mes enseignants et mes collègues du département de Biologie un par un pour leurs encouragements et leurs soutiens durant toute ma vie universitaire.

Résumé

Une analyse de huit paramètres physico-chimiques a été réalisée afin de déterminer l'influence des espèces sur la biodiversité des hydracariens. Un total de 292 échantillons appartenant à 9 espèces ont été recueillis à partir des deux lacs: Oubeïra, Tonga et deux mares temporaires: El-Gouréate, Mellah, de novembre 2007 à octobre 2009. Les études relatives aux hydracariens n'ont pas été bien menées dans le nord de l'Algérie ou ailleurs en Afrique, la raison pour laquelle l'inventaire de ces espèces est en perpétuelle interversion suite à leur identification non conforme aux clés valides de classification. Nous avons examiné la biodiversité des hydracariens et les caractéristiques physico-chimiques des habitats d'acariens dans quatre endroits du complexe de zones humides dans le Nord-Est de l'Algérie. Nous avons trouvé neuf espèces appartenant à cinq familles. Les espèces dominantes sont: *Eylais hamata* (24 %), *Piona alpicola* (22 %), *Arrenurus novus* (13 %), *Eylais* sp. (12 %), *Piona nodata* (10 %), *Arrenurus batillifer* (10 %), *Hydrochoreutes intermedius* (4,5 %), *Diplodontus* sp. (3,5 %) et *Hydrachna globosa* (3,4 %) sont réparties sur nos stations d'échantillonnage. Nous avons pu déterminer des différences significatives dans les paramètres physico-chimiques liées aux différentes stations d'étude. Cette étude pourrait servir de modèle pour d'autres recherches sur l'évolution permettant l'accomplissement du cycle de développement en adoptant la phase phorétique comme un passage obligé et chercher à expliquer la dominance de quelques espèces d'une station par rapport à l'autre et comprendre le mystère des hydracariens en Algérie.

Mots clés: Biodiversité, Parc National d'El-Kala, Hydracariens, paramètres physico-chimiques.

Abstract

An analysis of eight physical and chemical parameters was realized to determine the influence of species on the biodiversity of water mites. A total of 292 water mites belonging to 9 species were collected from the two lakes: Oubeira, Tonga and Mellah lagoon, Goureate pool from November 2007 to October 2009. Despite this importance, the Hydracarina have not been well investigated or documented in northern Algeria or elsewhere in Africa. To expand current knowledge of the Hydracarina in Algeria, we examined water mite biodiversity and physical and chemical characteristics of mite habitats in four locations of the wetland complex in the North-East of Algeria. We found nine species belonging to five families. The species dominants were: *Eylais hamata* (24 %), *Piona alpicola* (22 %), *Arrenurus novus* (13 %), *Eylais* sp.(12 %), *Piona nodata* (10 %), *Arrenurus batillifer* (10 %), *Hydrochoreutes intermedius* (4.5 %), *Diplodontus* sp.(3.5 %), *Hydrachna globosa* (3.4 %) distributed among our sample stations, and were able to determine significant differences in physical and chemical parameters among the stations as well. This research project can hopefully serve as a model for further studies on the distribution and habitat preferences of African Hydracarina especially Algeria.

Keywords: Biodiversity, El-Kala National Parc, Hydracarina, Physical and chemical parameters.

تم إجراء دراسة تحليلية لثمانية خواص فيزيائية وكيميائية من أجل تحديد تأثيرها على التنوع البيولوجي لأكاروسات الماء. لقد تم جمع 292 عينة تابعة لتسعة أنواع من بحيرتين (طونغا وأوبيرا) وكذلك من بركتين مؤقتة (الملاح والقرعة) وهذا خلال سنتين من الدراسة التي امتدت من نوفمبر 2007 إلى أكتوبر 2009. إن الدراسات التقييمية لأكاروسات الماء لم تكن قد أجريت بشكل جيد في شمال الجزائر وأماكن أخرى في أفريقيا، نظرا لإنعدام دراسة منهجية لتحديد الأنواع أدى إلى صعوبة وضع مفاتيح تصنيفية ثابتة وصحيحة. وجدنا تسعة أنواع ينتمون إلى خمس عائلات. نسبة الأنواع السائدة التي أخذت من مواقع الدراسة تم إحصاؤها كالتالي:

Eylais hamata (24 %), *Piona alpicola* (22 %), *Arrenurus novus* (13 %), *Eylais* sp. (12 %),

Piona nodata (10 %), *Arrenurus batillifer* (10 %), *Hydrochoreutes intermedius* (4,5 %),

Diplodontus sp. (3,5 %) et *Hydrachna globosa* (3,4 %).

وبالتحليل الإحصائي لاحظنا وجود اختلافات كبيرة في بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية المتعلقة بالمواقع الأربعة التي تمت فيها الدراسة. هذه الدراسة يمكن أن تكون بمثابة نموذج لإجراء مزيد من البحوث حول تطور الدورة البيولوجية لأكاروسات الماء والسعي لشرح هيمنة عدد قليل من الأنواع من موقع إلى آخر وفهم سر تواجد أكاروسات الماء في الجزائر.

الكلمات المفتاحية : أكاروسات الماء، الحظيرة الوطنية للقالمة، التنوع البيولوجي، الخواص الفيزيائية والكيميائية.

SOMMAIRE

Introduction générale	01
Chapitre I: Généralité	04
1. Description générale et localisation du Parc National d'El - Kala (PNEK.)	04
2. Caractères géologiques et géomorphologiques	05
2.1. Les formations secondaires	05
2.2. Les formations Tertiaires	05
2.3. Les formations quaternaires	06
2.4. Le relief	06
3. Description des différents habitats du parc national d'El-Kala.....	08
3.1. Les tourbières.....	08
3.2. La cocciféraie.....	08
3.3. Les ripisylves.....	08
3.4. Les milieux rocheux et plages.....	08
3.5. Le milieu marin.....	09
3.6. Les zones humides.....	09
4. Hydrographie	09
5. Eléments de climatologie.....	10
5.1. Température.....	11
5.2. Pluviosité.....	11
5.3. Vents.....	12
5.4. Humidité.....	13
6. Caractères bioclimatiques.....	13
7. Richesse faunistique et floristique.....	14
7.1. Richesse faunistique.....	14
7.1.1. L'avifaune.....	14
7.1.2. L'herpétofaune.....	15
7.1.3. L'ichtyofaune.....	15
7.1.4. Les invertébrés.....	15
7.1.5. Les Mammifères.....	15
7.2. Richesse floristique.....	16
Chapitre II. Matériel et Méthodes.....	18
1. Présentation des stations d'études.....	18
1.1. La mare d'EL-Gouréate.....	18
1.2. La mare du Mellah	20

1.3. Le lac Oubeïra.....	21
1.3.1. Les paramètres de forme.....	21
1.3.2. Le réseau hydrographique.....	22
1.3.3. Hydrologie	23
1.3.4. Caractéristiques morphométriques du lac Oubeïra.....	23
1.3.4.1. Localisation.....	23
1.3.4.2. Dimensions.....	23
1.3.4.3. Bathymetrie.....	23
1.4. Le lac Tonga.....	24
1.4.1. Caractéristiques du bassin versant.....	24
1.4.2. Les paramètres de forme.....	25
1.4.3. Le réseau hydrographique.....	26
1.4.4. Hydrologie.....	26
1.4.5. Caractéristiques morphométriques du lac Tonga.....	26
1.4.5.1. Localisation	26
1.4.5.2. Dimensions.....	27
1.4.5.3. Bathymetrie.....	27
1.4.5.4. Volume.....	27
2. Présentation des Hydracariens.....	28
2.1. Relation générale.....	29
2. 2. Origines des Hydracariens.....	29
2.3. Diversité et classification.....	30
2.4. Morphologie externe.....	31
2.4.1. Morphologie des larves.....	31
2. 4. 2. Morphologie des deutonymphes et des adultes	33
2.4.3. Evolution des adultes exosquelettes.....	34
2.5. Anatomie interne.....	35
2.5.1. Système digestif	35
2.5.2. Système excréteur.....	36
2.5.3. Système respiratoire	36
2.5.4. Système nerveux.....	36
2.6. Ecologie de développement.....	37
2.6.1. Cycle biologique	37
2.6.1.1. Œufs	37
2.6.1.2. Larves.....	38
2.6.1.2.1. Sélection du l'hôte et les relations parasitaires	38

2.6.1.2.2. Choix de sites de sélection, d'engorgement et de dispersion.....	39
2.6.1.3. Nymphochrysalis.....	40
2.6.1.4. Deutonymphe.....	40
2.6.1.5. Imagochrysalis.....	41
2.6.1.6. Adulte	41
3. Techniques d'échantillonnage.....	42
4. Préparation des échantillons.....	42
5. Mesure des paramètres physico-chimiques.....	43
5.1. Détail des expériences	43
5.1.1. Dosage de l'azote nitreux (les nitrites NO_2^-).....	44
5.1.2. Dosage de l'ammonium NH_4^+	45
5.1.3. Dosage du phosphate PO_4^-	45
6. Identification des taxons par méthode biométrique	46
7. Grossissement des figures.....	46
8. Structure et organisation des peuplements.....	46
8.1. Abondance (ni).....	46
8.2. Richesse	46
8.2.1. Richesse totale (S)	46
8.2.2. Richesse moyenne (s).....	47
8.2.3. La fréquence d'occurrence ou centésimale.....	47
9. Les indices écologiques de structure	47
9.1. Indice de diversité de SHANNON.....	47
9.2. L'équitabilité ou équipartition.....	48
10. Analyse statistiques des données	48
Chapitre III. Résultats	49
1. L'identification taxonomique des espèces	49
1.1. Famille Pionidae	50
1.1.1. <i>Piona alpicola</i>	50
1.1.2. <i>Piona nodata</i> femelle.....	51
1.1.3. <i>Hydrochoreutes intermedius</i>	52
1.2. Famille Hydrodromidae.....	53
1.2.1. <i>Diplodontus</i> sp.....	53
1.3. Famille Eylaidae.....	54
1.3.1. <i>Eylais hamata</i> femelle.....	54
1.3.2. <i>Eylais</i> sp.....	55

1.4. Famille Hydrachnidae.....	55
1.4.1. <i>Hydrachna globosa</i> femelle.....	55
1.5. Famille Arrenuridae.....	56
1.5.1. <i>Arrenurus batillifer</i> mâle.....	56
1.5.2. <i>Arrenurus novus</i>	57
2. Caractéristiques biométriques.....	58
2.1. La mare d'El-Gouréate.....	58
2.2. La mare du Mellah.....	59
2.3. Le lac Oubeïra.....	60
2.4. Le lac Tonga.....	60
3. Caractéristiques physiques des stations.....	61
3.1. La mare d'El-Gouréate.....	61
3.2. La mare du Mellah.....	61
3.3. Le lac Oubeïra.....	62
3.4. Le lac Tonga.....	62
4. Caractéristiques chimiques des stations.....	63
4.1. La mare d'El-Gouréate.....	63
4.2. La mare du Mellah.....	63
4.3. Le lac Oubeïra.....	64
4.4. Le lac Tonga.....	64
5. Etude statistique.....	64
5.1. Les paramètres physico-chimiques des stations.....	64
5.2. Corrélation entre les paramètres physico-chimiques et le nombre d'hydracariens.....	66
5.2.1. La comparaison des 4 saisons et les 9 variables dans les deux années pour chaque station.....	66
5.2.1.1. La mare d'El-Gouréate.....	67
5.2.1.2. La mare du Mellah.....	67
5.2.1.3. Le lac Oubeïra.....	68
5.2.1.4. Le lac Tonga.....	68
5.2.2. L'analyse de la méthode de la plus petite différence significative des 9 paramètres des 4 stations.....	69
5.2.3. La comparaison entre les 4 stations et les 4 saisons par 9 variables durant les deux années.....	69
5.3. Analyse biocénétique.....	70
5.3.1. Répartition des espèces dans les stations d'études.....	70
5.3.2. Les différents indices biotiques.....	72

5.3.2.1. Richesse totale et moyenne.....	72
5.3.2.2. Indice de diversité et équitabilité.....	72
5.3.2.3 Fréquence centésimale.....	73
5.4. Analyse Factorielle des correspondances.....	75
5. 4. 1. Mare d’El-Gouréate.....	75
5. 4. 2. Mare du Mellah.....	77
5. 4. 3. Lac Oubeïra.....	78
5. 4. 4. Lac Tonga.....	79
Chapitre IV. Discussion.....	82
Chapitre V. Conclusion.....	85
Références bibliographiques.....	87
Résumé	
Français	
Anglais	
Arabe	

Liste des Figures

N°	Titres	Pages
01	<i>Situation géographique du parc national d'El-Kala</i> (Benyacoub, 1996).	05
02	<i>Unités éco-géographiques de la zone d'étude</i> (Benyacoub et al., 1998)	07
03	<i>Températures moyennes minimales et maximales dans la région d'El-Kala</i> (1996-2007), (Boulahbal, 2012).	11
04	<i>Précipitations mensuelles moyennes dans la région d'El-Kala</i> (1996-2007). (Boulahbal, 2012).	12
05	<i>Humidités relatives de l'air (%) dans la région d'El-Kala</i> (1996-2007).(Boulahbal, 2012).	13
06	<i>Région d'étude et stations de prélèvement</i> (Benyacoub et al., 1998).	18
07	<i>Station de la mare d'El-Gouréate</i> (google earth).	19
08	<i>Vue locale de la mare d'El-Gouréate</i> (Photo Messikh).	19
09	<i>Vue locale de la mare Mellah</i> (Photo Messikh).	20
10	<i>Station de de la mare Mellah</i> (Benyacoub et al., 1998).	21
11	<i>Bassin versant du lac Oubeïra</i> (1/50 000).	22
12	<i>Réseau hydrographique du bassin du lac Oubeïra</i> (1/50 000)	22
13	<i>Vue locale du lac Oubeïra</i> (Photo Messikh).	24
14	<i>Bassin versant du lac Tonga</i> (1/50 000).	25
15	<i>Réseau hydrographique du bassin du lac Tonga</i> (1/50 000)	26
16	<i>Vue locale du lac Tonga</i> (Photo Messikh).	28
17	<i>Présentation de la morphologie d'une larve avec ses différentes griffes (Flèches)</i> (Smith & Cook, 1991).	32
18	<i>Vue ventrale d'une femelle Limnesia</i> (Proctor, 2006).	35
19	<i>Cycle biologique des Hydracariens</i> (Smith, 1976)	42
20	<i>Photographie d'un multi-paramètre.</i>	43
21	<i>Kit de test pour la détermination colorimétrique des ions (Nitrites, Ammoniums et Phosphates).</i>	44
22	<i>Piona alpicola:</i> femelle: a- vue dorsale (Gr. X 150), b- vue ventrale (Gr. X 150), c- plaque génitale (Gr. X 265), d- soies du tibia(Ti), (Gr. X 100); mâle: e- genou de la patte IV (Gr. X 150), f- amas d'œufs et une larve juste après l'éclosion (Gr. X 1000).	51
23	<i>Piona nodata femelle:</i> a- vue dorsale (Gr. X 150), b- vue ventrale (Gr. X 150) c- plaque génitale (Gr. X 270), d- amas d'œufs (Gr. X 215).	52
24	<i>Hydrochoreutes intermedius mâle:</i> a- vue ventrale (Gr. X 258), b- coxa (Gr. X 255 c: plaque génitale (Gr. X 263), d: genou de la patte III (Gr. X 250).	53
25	<i>Diplodontus sp. femelle:</i> a- vue dorsale (Gr. X 257), b: vue ventrale (Gr. X 257) c- plaque génitale (Gr. X 255), d- pattes I & II (Gr. X 257).	54
26	<i>Eylais hamata femelle:</i> a- vue dorsale (Gr. X 262), b- vue ventrale (Gr. X 256) c- pièce buccale (Gr. X 272), d- plaque oculaire (Gr. X 267).	55
27	<i>Eylais sp. femelle:</i> a & b plaques oculaires avec une soie (Gr. X 254).	55
28	<i>Hydrachna globosa femelle:</i> a- coxa(Gr. X 256) & plaque génitale (Gr. X 268), b- vue ventrale (Gr. X 255), c & d- plaque oculaire (Gr. X 276).	56

29	<i>Arrenurus batillifer</i> mâle: a- vue dorsale, b- vue ventrale (Gr. X 264), c- plaque génitale (Gr. X 280), tibia de la patte IV	57
30	<i>Arrenurus novus</i> : femelle: a- vue dorsale (Gr. X 249), b: vue ventrale (Gr. X266); mâle: c- vue dorsale (Gr. X 245), d- vue ventrale (Gr. X 260).	58
31	<i>paramètres physico-chimiques des quatre stations (2007-2009).</i>	66
32	<i>Fréquence centésimale du total des espèces des hydracariens dans les quatre stations du Parc National d'El-Kala (2007-2009).</i>	74
33	<i>L'analyse en composante principale de la matrice espèces-paramètres physico-chimiques pour les deux années dans la mare d'El-Gouréate.</i>	75
34	<i>L'analyse en composante principale de la matrice espèces-paramètres physico-chimiques pour les deux années dans la mare du Mellah.</i>	77
35	<i>L'analyse en composante principale de la matrice espèces-paramètres physico-chimiques pour les deux années dans le lac Oubeïra.</i>	78
36	<i>Le plan factoriel 1-2 de l'analyse en composante principale de la matrice espèces-paramètres physico-chimiques pour les deux années dans le lac Tonga.</i>	79
37	<i>Le plan factoriel 1-3 de l'analyse en composante principale de la matrice espèces-paramètres physico-chimiques pour les deux années dans le lac Tonga.</i>	80

Liste des Tableaux

N°	Titres	Pages
01	<i>Principaux cours d'eau du PNEK (Benyacoub et al., 1998).</i>	10
02	<i>Proportion des différentes essences forestières du PNEK (B.N.E.F, 1984).</i>	16
03	<i>Répartition annuelle des espèces d'hydracariens dans la mare d'El-Gouréate.</i>	59
04	<i>Répartition annuelle des espèces d'hydracariens dans la mare du Mellah.</i>	59
05	<i>Répartition annuelle des espèces d'hydracariens dans le lac Oubeïra.</i>	60
06	<i>Répartition annuelle des espèces d'hydracariens dans le lac Tonga.</i>	60
07	<i>Moyenne mensuelle des données physiques dans la mare du Gouréate (2007-2009).</i>	61
08	<i>Moyenne mensuelle des données physiques dans la mare du Mellah (2007-2009).</i>	62
09	<i>Moyenne mensuelle des données physiques dans le lac Oubeïra (2007-2009).</i>	62
10	<i>Moyenne mensuelle des données physiques dans le lac Tonga (2007-2009).</i>	63
11	<i>Moyenne mensuelle des données chimiques de l'eau dans la mare du Gouréate (2007-2009).</i>	63
12	<i>Moyenne mensuelle des données chimiques de l'eau dans la mare du Mellah (2007-2009).</i>	63
13	<i>Moyenne mensuelle des données chimiques de l'eau dans le lac Oubeïra (2007-2009).</i>	64
14	<i>Moyenne mensuelle des données chimiques de l'eau dans le lac Tonga (2007-2009).</i>	64
15	<i>espèces-paramètres physico-chimiques des quatre stations (2007-2009).</i>	65
16	<i>Analyse de la variance à un critère de classification modèle fixe de la comparaison entre les saisons et les 9 variables pour les deux années relatives dans la mare d'El-Gouréate.</i>	67
17	<i>Analyse de la variance à un critère de classification modèle fixe de la comparaison entre les saisons et les 9 variables pour les deux années dans la mare du Mellah.</i>	67
18	<i>Analyse de la variance à un critère de classification modèle fixe de la comparaison entre les saisons et les 9 variables pour les deux années relatives dans le lac Oubeïra.</i>	68
19	<i>Analyse de la variance à un critère de classification modèle fixe de la comparaison entre les saisons et les 9 variables pour les deux années relatives dans le lac Tonga.</i>	68
20	<i>Analyse de la variance à un critère de classification modèle fixe de la comparaison entre les stations et les 9 variables pour les deux années.</i>	69
21	<i>Analyse de la variance à un critère de classification modèle fixe de la comparaison entre les stations, les saisons et les 9 variables pour les deux années.</i>	70
22	<i>Proportions des différentes familles d'hydracariens dans la région d'El Kala.</i>	70
23	<i>Répartition des espèces dans les quatre stations (2007-2009).</i>	71
24	<i>Richesse totale et la moyenne des 9 espèces dans les quatre stations.</i>	72
25	<i>Diversité et Equitabilité des 9 espèces dans les quatre stations.</i>	73
26	<i>Fréquence centésimale des 9 espèces dans les quatre stations.</i>	73

Introduction générale

L'étude des animaux peut être envisagée à différents niveaux d'intégration, aussi indispensables les uns que les autres. L'étude et l'organisation des écosystèmes revêtent actuellement un aspect fondamental dans la connaissance des facteurs d'altération des habitats et de la biodiversité. La connaissance des zones humides ne peut être envisagée qu'après étude de leur fonctionnement global. Pour la convention de Ramsar, les zones humides sont définies comme des étendues de mares, de fagnes, de tourbières ou d'eaux artificielles ou naturelles, permanentes ou temporaires, où les eaux sont stagnantes ou courantes, douces, saumâtres ou salées, y compris, des étendues d'eaux marines dont la profondeur à marée basse n'excède pas les 6 mètres (Skinner & Zalewski, 1995).

Ces habitats couvrent environ 6 % de la surface de la terre et jouent plusieurs rôles dans les équilibres naturels: rôle tampon dans la régulation des eaux pluviales, réserve d'eau exploitable par l'homme, régulateur méso-climatique, banque de gènes, réserve biologique, maintien des nappes phréatiques. Les zones humides constituent non seulement des stations de reproduction et d'hivernage pour des millions d'oiseaux mais aussi pour des espèces d'insectes de l'embranchement des arthropodes avec les arachnidés et les crustacés.

Les eaux douces qui font partie de l'hydrosphère ont une grande importance dans l'économie mondiale; comme source de minéraux et de poissons, comme artère de navigation ou comme lieu de villégiature. Mais la qualité des eaux a connu ces dernières années, différents problèmes à cause des rejets industriels non contrôlés, l'utilisation intensive des engrais chimiques dans l'agriculture ainsi que l'exploitation excessive des ressources en eaux. L'ensemble des organismes vivants peuplant un habitat est l'expression synthétique des facteurs écologiques qui conditionnent le milieu. L'analyse de la composition faunistique permet donc une évaluation de l'état de ce milieu, toute perturbation provoquant des modifications plus ou moins marquées des communautés vivantes qu'il héberge.

Parmi les insectes aquatiques, notre choix s'est porté sur les hydracariens comme objet de notre étude. Les hydracariens sont présents dans toutes les eaux douces.

A partir d'ancêtres terrestres, ils ont colonisé les eaux. On peut les considérer comme de véritables indicateurs écologiques du fait de leurs préférences d'habitat, mais aussi parce que ces organismes sont étroitement liés aux autres composantes biologiques de l'écosystème par des rapports complexes de prédation, de phorésie et de parasitisme.

Si quelques Oribates (Actinotrichida) et Mesostigmata (Anactinotrichida) peuvent être considérés comme aquatiques, la plupart appartiennent au groupe des Prostigmata parasitengona: ce sont des hydracariens ou hydrachnelles, que l'on peut regrouper en 8 super-familles (Di Sabatino *et al.*, 2000), 57 familles, 81 sous-familles, plus de 400 genres et plus de 6000 espèces (Di Sabatino *et al.*, 2008). Ces animaux sont représentatifs du foisonnement des espèces et des genres des acariens. Par contre, les halacariens appartiennent au Eupodina, libres, ils colonisent les cours d'eau, les littoraux et les fonds océaniques ainsi que les grands lacs.

D'un point de vue biologique, le mystère de leurs relations avec les autres invertébrés aquatiques mérite d'être éclairci dans un premier temps pour les espèces les plus fréquentes et les plus actives en tant que régulateurs de ces nuisances. Dans le cas des points d'eau temporaires, la colonisation peut se faire grâce aux insectes ailés (phorésie), mais aussi par des mécanismes de résistance et d'alternance de génération (œufs d'hiver et d'été), (Peyrusse & Bertrand, 2001).

Les hydracariens, souvent très colorés, semblent répulsifs pour les insectes prédateurs et aussi pour les poissons, ce qui explique qu'ils peuvent s'approcher des larves d'odonates. Les relations acarien-hôte sont variées: l'hôte peut être parasité pour l'accomplissement du cycle, la phase phorétique est un passage obligé, ceci explique la dominance de quelques espèces d'une station par rapport à l'autre, mais pour un certain nombre d'espèces, le cycle n'est pas connu (Peyrusse & Bertrand, 2001). Les premiers travaux effectués sur les hydracariens dans le monde sont ceux de Cook (1957, 1974), Mitchell (1958), de Mullen (1975), Smith & Cook (1991), Harvey (1998). Plusieurs recherches ont réalisé un inventaire sur la faune hydracarienne. En nouvelle Guinée, 75 espèces ont été

identifiées dont 19 espèces sont nouvellement décrites comme des sous espèces (Wiles, 1997 b). Les hydracariens de France sont établis par Peyrusse & Bertrand, (2001), qui ont révélé la présence de 420 espèces et 7 sous espèces. Sept espèces nouvellement identifiées au Himalaya en Inde. En Turquie, 23 familles, 55 genres et plus de 240 espèces d'hydracariens sont connus (Erman *et al.*, 2010). Pour la faune roumaine 56 espèces d'hydracariens identifiées dont 40 sont présentées pour la première fois (Cimpean, 2010). Et en Algérie, les premiers travaux sont ceux de Lucas (1849), de Gros (1904), les frères Sargent (1904), de Walter (1924c, 1925a, 1940), de Gauthier (1928, 1931) à Alger, La Calle, Oran, Djurdjura et à El-Hoggar. Actuellement, des travaux effectués par des chercheurs algériens ont permis une classification et un inventaire au niveau des lacs de la région d'El-Kala ainsi qu'au niveau de quelque mares comme Mellah et Bouredim qui sont répertoriées et classées comme étant des zones d'études. Ces travaux ont déterminé que les hydracariens sont des prédateurs d'insectes.

La présente étude vise à inventorier les hydracariens présents dans les zones humides de la région d'El-kala et d'analyser le rôle de la qualité de l'eau sur la composition des peuplements de ce groupe d'espèces.

- Elle s'appuie sur l'analyse des caractéristiques physico-chimiques de l'eau par la mesure de la température de l'eau et de l'atmosphère, du pH, l'humidité et la conductivité électrique, ainsi que la concentration des nutriments (nitrite, ammonium, phosphate).
- Elle conduira à une comparaison des différentes stations inventoriées du point de vue physico-chimique et biotique.
- Une analyse biométrique des espèces d'hydracariens collectés sera effectuée pour permettre l'identification précise des espèces sur la base de critères morpho-métriques.

Chapitre I. Généralités

1. Description générale et localisation du Parc National d'El-Kala (PNEK.)

Le Parc National d'El-Kala (PNEK) est l'un des plus grands parcs nationaux d'Algérie et de Méditerranée occidentale. Il a été créé par décret, le 23 juillet 1983 et depuis 1990, il est classé Réserve de la Biosphère dans le réseau des réserves du programme MAB (Man And Biosphère) de l'UNESCO. Il regroupe neuf communes entièrement contenues dans la Wilaya d'El-Taref (Wilaya issue du découpage administratif de l'année 1985). Cette réserve intégrale s'étend sur une superficie de 76000 ha, soit 26 % de l'espace de la Wilaya.

Le parc est naturellement limité au Nord par le littoral Méditerranéen, à l'Ouest par le système dunaire de Righia et les plaines d'Annaba, à l'Est par les frontières Algéro-Tunisiennes et au Sud par les contreforts des monts de la Medjerda (Djebel Ghorra). Ce territoire est caractérisé par l'existence de cinq grands types d'habitats de haute valeur écologique. L'habitat forestier, les zones humides (les Lacs: Oubeïra, Tonga et des Oiseaux sont classés stations Ramsar), l'habitat rupicole, l'habitat dunaire et l'habitat littoral. Caractérisé par une importante mosaïque d'écosystèmes, le PNEK abrite une richesse faunistique et floristique diversifiée. Ses coordonnées géographiques sont 36°52 latitudes Nord et 8°27 longitude Est, au niveau de la ville d'El-Kala (Figure 1).

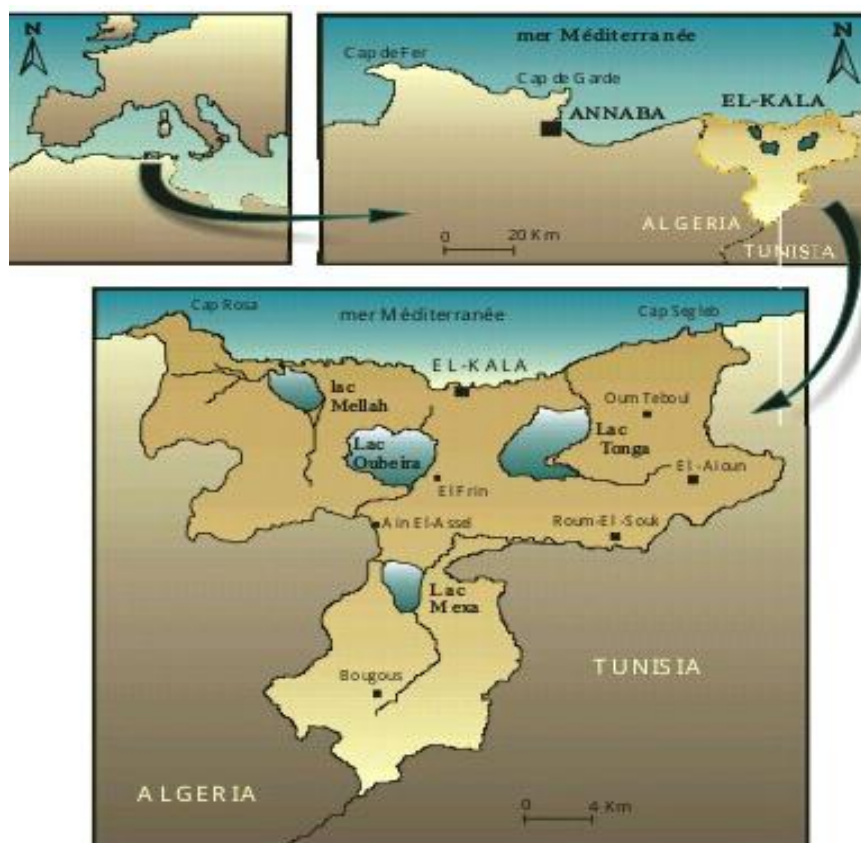


Figure 1: Situation géographique du parc national d'El-Kala (Benyacoub, 1996).

2. Caractères géologiques et géomorphologiques

Selon Joleaud (1936), le substratum géologique de la région présente essentiellement des terrains datant du tertiaire et du quaternaire.

2. 1. Formations secondaires

Elles sont schisteuses plus ou moins argileuses de couleur bleue ardoise avec des passages calcaireux est une microfaune d'âge sénonien supérieur. Ces formations affleurent en plusieurs endroits surtout dans la forêt d'El-Ghorra (Menzel beldi), au niveau du Cap Rosa, sur la rive Ouest du lac Tonga au lieu-dit (Daia Zitouna) et à El-Ayoune au lieu dit Oued Djenane (Benyacoub *et al.*, 1998).

2. 2. Formations tertiaires

Elles sont surtout représentées par les éléments de l'éocène moyen qui est caractérisé par les argiles de Numidie sur une épaisseur de 300 m environ. Ces argiles occupent les fonds de vallées, les bordures de plaines, par l'éocène supérieur qui est caractérisé par les grès de Numidie qui se déposent sur les argiles sur 150 m d'épaisseur. Présents au niveau des monts d'El-Kala, ils sont généralement

couverts de forêts de chêne liège, et enfin par le Miocène qui est caractérisé par les sables, conglomérats, argiles rouges ou grises, localisés particulièrement dans la région Sud-Est (Benyacoub *et al.*, 1998).

2. 3. Formations quaternaires

Elles sont constituées pour la plupart de dépôts marins et fluviaux. Les limons, sables et galets sont des dépôts fluviaux déposés par les oueds Kebir, Mellila et Bougous. Les dépôts marins éolisés sont des amas dunaires issus de l'érosion par la mer des falaises gréseuses, alors que les dépôts actuels sont des alluvions formant le fond des oueds (Benyacoub *et al.*, 1998).

2. 4. Relief

Le relief du parc national se compose d'une série de dépressions, dont certaines sont occupées par des formations lacustres ou palustres, et des hautes collines aux formes variées. On y observe des dômes, des escarpements, et des alignements de crêtes généralement couverts par une végétation dense (De Belair, 1990). Du nord au sud, on distingue:

- Un cordon dunaire littoral qui s'étend d'Ouest en Est sur une longueur de 40 km et se prolonge vers le sud jusqu'au pied du Djebel Segleb. Il est formé essentiellement de sables quaternaires. En se dirigeant de la mer vers l'intérieur des terres, quatre degrés de formations dunaires peuvent être identifiés (Joleaud, 1936): la plage à sable blanc et dunes littorales dans la partie occidentale, les dunes sublittorales à sable gris à l'Est et enfin les dunes intérieures à sable rougi par les dépôts d'oxyde de fer plus à l'Est. On reconstitue en fait, de la mer vers l'intérieur des terres, un gradient de degrés de fixation ou de fossilisation des dunes.
- Les dunes mortes sont les plus anciennes, donc les plus éloignées de la mer. Elles sont colonisées par une végétation dense (Chêne Kermès). Bien stabilisées même en cas de destruction du couvert végétal par le feu, elles sont remises en mouvement lorsque l'homme y intervient par l'exploitation immodérée du sable et la destruction de tout le chevelu racinaire qui constitue son principal élément de cohésion (Benyacoub, 1993). Les principales dunes sont celles du Cap Rosa, de Mezira, et de la Messida.
- Les plaines sublittorales : elles présentent un relief plat ondulé marqué surtout par les dépressions lacustres et marécageuses (Lacs: Tonga, Mellah, Oubeïra). L'altitude n'y dépasse pas 60 m.

- Les montagnes telliennes à ce niveau s'élève une partie du versant Nord de la chaîne de la Medjerda dont l'altitude moyenne est de 1100 m. Le point culminant est le Djebel Ghorra à 1202 m. Les monts de la Medjerda, dont les lignes de crête sont approximativement orientées Ouest-Sud-Ouest, Est-Nord-Est, ont subi des phénomènes de torsion qui ont brutalement incurvé leur direction générale vers le Nord-Est. On observe des prolongements vers la mer de ce mouvement du relief en deux points particuliers: le Cap Rosa et le Cap Segleb. Par ailleurs, le relief de la région se caractérise par un pendage important. En effet, 9 % des pentes faibles, 11 % des pentes moyennes et 80 % de pentes fortes à très fortes, constituent un trait majeur de la physionomie d'un paysage que l'on qualifiera donc de montagneux (Benyacoub *et al.*, 1998), (Figure 2).

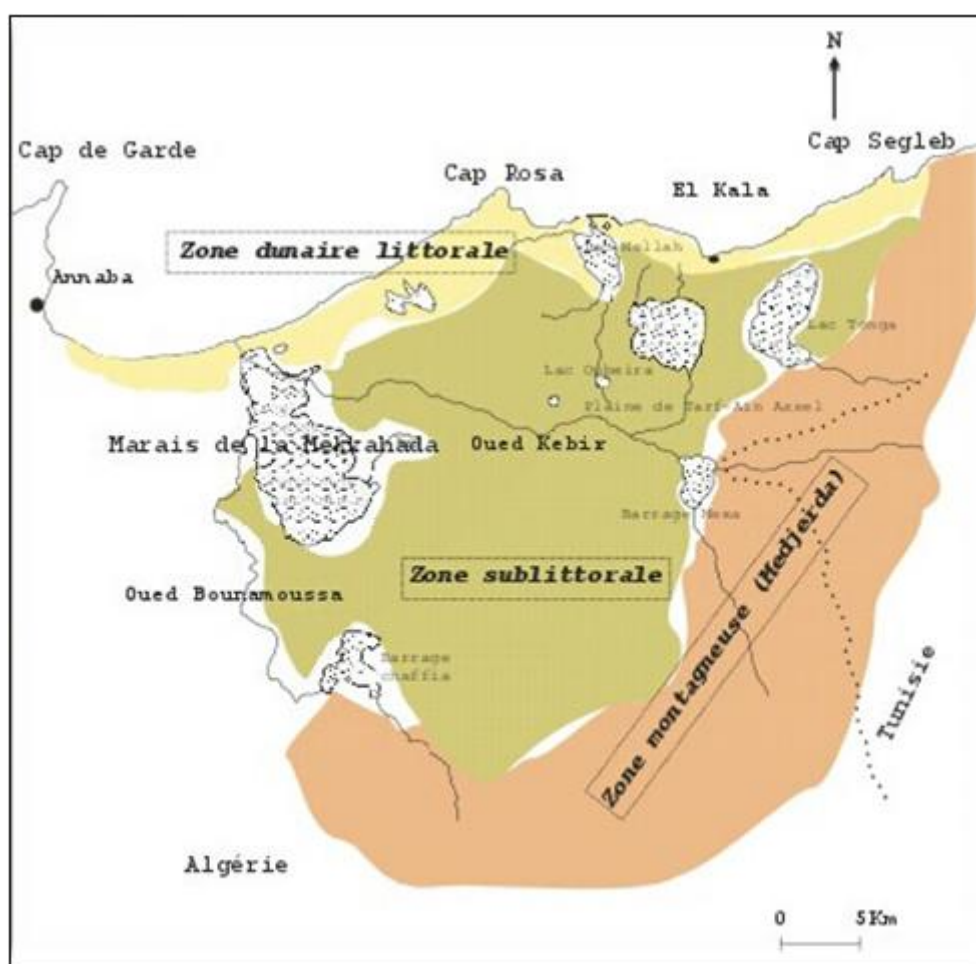


Figure 2: Unités éco-géographiques de la zone d'étude (Benyacoub *et al.*, 1998).

3. Description des différents habitats du Parc national d'El-Kala

Selon Benyacoub *et al.*, (1998) le PNEK présente six habitats principaux:

3. 1. Les tourbières

Conséquence d'une pluviométrie ancienne élevée, les tourbières sont des marécages acides où se forment des sols tourbeux. Les principaux éléments arborés (saule, aulne) sont en mélange avec des magnocariçaies à *Cyperus*, *Scirpes* et *Carex*. Cet écosystème unique présente une grande diversité d'espèces végétales. Avec environ 80 espèces dont une dizaine sont rares et/ou confinées à la seule région d'El-Kala. Les principales tourbières recensées au niveau du Parc se situent au Nord-Est de l'Oubeïra à Demet Rihane 5 ha, Bou Merchen 30 ha, Ain Khiair 20 ha, lac Tonga 35 ha, lac Mellah 20 ha, lac Bleu 0.5 ha et lac Noir 5 ha.

3. 2. La cocciféraie

La cocciféraie s'étend sur plus de 1500 ha dans le cordon dunaire. Ce groupement est préférentiellement confiné aux expositions Nord (Lac Mellah, Forêt du Tonga) et compte essentiellement des espèces psammophiles. L'intérêt du Chêne Kermès est fondamental pour le maintien du cordon dunaire.

3. 3. Les ripisylves

Les ripisylves constituent un type de milieu caractéristique du parc national d'El-Kala. D'une composition botanique marquée par la présence des essences arborées à feuilles caduques, c'est le seul habitat caducifolié de plaine où l'on observe l'Aulne glutineux, le Frêne et le Peuplier. Leur exigence en humidité trahit les contours du réseau hydrographique permanent de la région. Cet habitat, caractérisé par la diversité des ressources qu'il recèle, offre à une faune variée et dense des conditions de milieu particulièrement favorables (Bouloumat, 2001).

3. 4. Les milieux rocheux et plages

Les habitats rocheux côtiers et les plages forment un habitat particulier en ce sens qu'il constitue le support terrestre d'une faune et d'une flore essentiellement influencées par le milieu marin et ses ressources.

3. 5. Le milieu marin

Le milieu marin concerne essentiellement le domaine aquatique infra-littoral. Le Parc possède une quarantaine de kilomètres de côtes. La qualité de cet habitat est intéressante pour de nombreuses espèces, piscicoles particulièrement. La flore est surtout caractérisée par la présence de nombreux herbiers à *Posidonia oceanica*, particulièrement favorables à la présence de nombreux invertébrés et poissons qui les utilisent comme abri et frayère. De plus, les stations de nidification spécifique (falaises rocheuses, corniches, îlots rocheux...etc.) semblent insuffisantes pour autoriser l'installation d'un plus grand nombre d'espèces ou d'individus.

3. 6. Les zones humides

La région d'El Kala a la particularité d'abriter le complexe de zones humides le plus important du Maghreb. Très intéressant par ses dimensions et par la diversité des conditions de profondeur et de salinité, il favorise une richesse biologique particulièrement importante. Les principales zones humides de la région sont les lacs: Mellah 860 ha, Oubeïra 2200 ha et Tonga 400 ha. A cela, il faut ajouter le marais de la Mekhada 8900 ha, le Lac des Oiseaux 40 ha, le Lac bleu, le marais de Bourdim et le lac de barrage Mexa. Ces zones humides constituent des stations privilégiées de reproduction d'espèces animales d'un grand intérêt pour la biodiversité régionale voire nationale, telles les Odonates, les Amphibiens et Reptiles (Rouag, 1999), les Oiseaux (Chalabi, 1990; Belhadj, 1996; Boulehbali, 1999; Ziane, 1999; Benyacoub *et al.*, 2000; Boukheroufa, 2001; Rizi, 2001). Par ailleurs, elles constituent des stations d'accueil pour de nombreux oiseaux migrateurs et hivernants tel que les Anatidés (Ziane, 1999), les Limicoles (Boukhroufa, 2001). Elles renferment une flore riche et diversifiée comprenant de nombreuses espèces rares, tel que *Trapa natans* au niveau du lac Oubeïra, *Marsillea diffusa* dans le lac Tonga (Kadid, 1989).

4. Hydrographie

Le PNEK est caractérisé par un réseau hydrographique important, constitué de lacs (lac Tonga, lac Oubeïra, lac Mellah et lac Mexa), de sources (Bouglez, Bourdim et Oum El Bhaim, situées au Sud-Est de la région, totalisant un débit de 150 l/s soit 12,70 m³/j. Le reste des sources (environ 40) réparties à travers le territoire du Parc où sa périphérie possède un débit variable de 0,5 l/s à 10 l/s (Benyacoub *et*

al., 1998), d'un barrage et d'oueds dont les plus importants sont El-Kebir, El-Areug, Bougous et El-Aroug. La configuration du terrain de la région d'El-Kala détermine trois systèmes d'organisation hydrographiques (Tableau 1).

Tableau 1: *Principaux cours d'eau du PNEK (Benyacoub et al., 1998).*

Principaux oueds	Longueur (km)	Exutoire
Oued Reguibet	8	Mellah
Oued Nhal	3.5	Plage cap Rosa
Oued Mellah	7	Mellah
Oued El-Aroug	5	Mellah
Demat Rihane	1.5	Oubeïra
Boumerchen	2	Oubeïra
Dai El-Graa	5	Oubeïra
El-Areug	10	Tonga
El-Hout	14	Tonga
Bougous	24	Mexa
Sbaa	4	Oued El-Kebir
Bourdim	5	Bourdim
Messida	10	Oubeïra - El-Kebir
El-Kebir	35	Mafrag

La partie sud-est est drainée par trois oueds: l'oued Bougous, Mellila et l'oued El Kebir; ce dernier alimente les nappes dunaires et lors des crues, on assiste à la mise en eau des dépressions inter-dunaires.

La partie orientale est caractérisée par plusieurs oueds, en général à faible débit, ils s'écoulent en majorité dans la plaine d'Oum Teboul. La partie ouest est également parcourue par de nombreux oueds (Bouaroug, Mellah, Reguibet, Boumerchen, Dai El-Graa...etc.), ils se déversent pour la plupart dans les lacs Mellah et Oubeïra (Benyacoub *et al.*, 1998).

5. Eléments de climatologie

La région d'étude est sous l'influence d'un climat méditerranéen, à fort contraste saisonnier, caractérisé par une saison douce et pluvieuse entre les mois d'octobre et avril et une saison chaude et sèche entre juin et septembre. L'automne et le printemps y sont d'assez courtes durées et sont marqués souvent par des changements brutaux du climat tels que des vagues de chaleurs dues aux siroccos, suivies par des orages violents (Boulahbal, 2012).

5. 1. Température

D'une manière générale, la température annuelle moyenne est de l'ordre de 18°C, avec une moyenne minimale en hiver de 9-10°C et une moyenne maximale estivale de 30°C. Elle atteint rarement 0°C en hiver du fait d'une importante humidité relative de l'air qui agit en tampon. Les mois les plus froids sont janvier et février au cours desquels la température peut atteindre les 3 ou 4 °C au cours de la nuit. Il gèle rarement, en été on enregistre des températures approchant les 40°C au cours des mois de juillet et août, parfois accentuées par les siroccos et les incendies (Boulahbal, 2012),

(Figure 3).

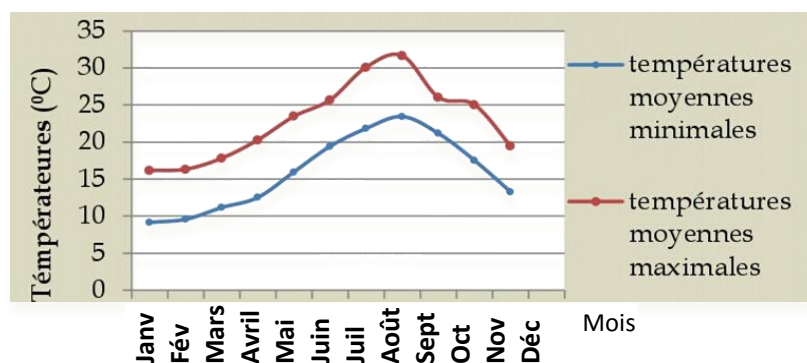


Figure 3: *Températures moyennes minimales et maximales dans la région d'El-Kala (1996-2007), (Boulahbal, 2012).*

5. 2. Pluviosité

C'est une des régions les plus pluvieuses de la frange littorale maghrébine, recevant en plaine entre 700 mm et 900 mm annuels. Les pluies proviennent des perturbations cycloniques qui se forment dans l'Atlantique Ouest et Nord-Ouest, traversant la méditerranée occidentale et finissant par arroser le littoral et la façade Nord de l'Atlas tellien, qui absorbent la part la plus importante de pluie. La partie orientale du Tell bénéficie, de plus, des pluies générées en méditerranée par les perturbations naissant dans le périmètre golfe de Gênes-Corse-Sardaigne (Benyacoub, 1993), (Figure 4).

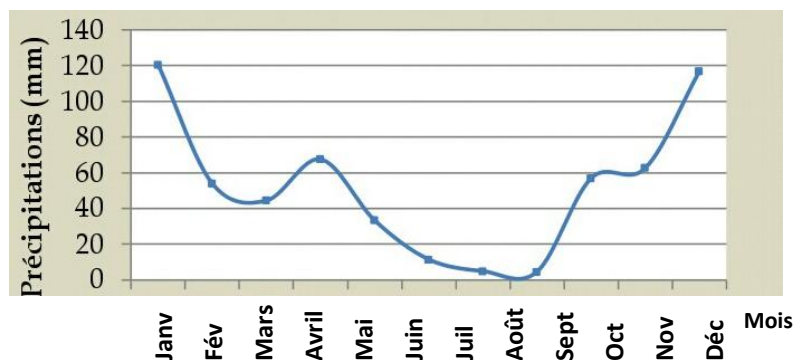


Figure 4: *Précipitations mensuelles moyennes dans la région d'El-Kala (1996-2007), (Boulahbal, 2012).*

En altitude, la pluviométrie est plus importante, atteignant 1200 mm/an en moyenne. Le régime des pluies est cependant très variable et les moyennes mensuelles peuvent osciller fortement. Les pluies ont un caractère nettement orageux, particulièrement en fin d'été et au cours de l'automne, favorisant une forte érosion. Celle-ci est apparente en de nombreux endroits où le couvert végétal est raréfié à cause d'incendies répétés ou de défrichage, montrant des ravinements plus ou moins profonds du sol ainsi que l'affleurement de la roche mère sur les sommets des collines gréseuses. L'enneigement est irrégulier, ayant lieu au-delà de 600 m d'altitude, exceptionnellement moins, entre décembre et février. Les épisodes neigeux sont de courtes durées et la neige finit par fondre en quelques jours seulement (Boulahbal, 2012).

5. 3. Vents

Durant l'hiver, les vents dominants soufflent du Nord-Ouest, modérés à forts, donnant à certains endroits très exposés, une physionomie caractéristique de port en drapeau à la végétation. Cette direction est également observée dans l'alignement général des crêtes dunaires, ce qui témoigne de la régularité des vents au cours des temps historiques. En été, on assiste à des vents d'Est, faibles à modérés. On enregistre en cette saison un net déficit hydrique. Ce déficit, accentué certains jours par la présence de siroccos, favorise l'apparition d'incendies. Ces différents éléments associés éprouvent la végétation et font de l'été la saison de ralentissement ou d'arrêt des activités biologiques dans le Sud méditerranéen (Boulahbal, 2012).

5. 4. Humidité

La région d'étude est connue pour être une des plus humides d'Afrique du Nord. Sa situation littorale, mais aussi l'existence de nombreuses zones humides, ainsi que de nouveaux barrages, entraînent une importante évaporation due à un ensoleillement intense. L'humidité relative de l'air varie ainsi entre 60% et plus de 80% au cours de l'année, particulièrement ressentie en hiver et au printemps, période au cours de laquelle les brouillards matinaux sont fréquents et les rosées matinales sont quasi quotidiennes (Boulahbal, 2012), (Figure 5).

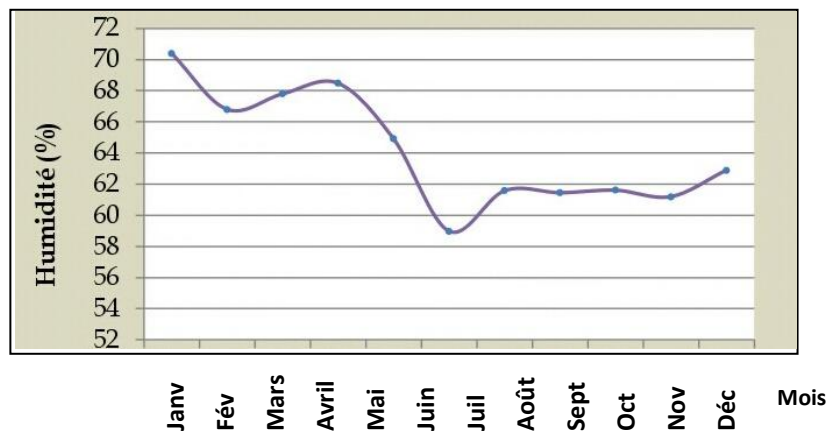


Figure 5: Humidités relatives de l'air (%) dans la région d'El-Kala (1996-2007), (Boulahbal, 2012).

6. Caractères bioclimatiques

La région d'El-Kala est localisée dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver chaud, à la limite de l'étage humide. Cependant les reliefs vont largement déterminer l'existence de sous étages qui vont eux-mêmes influencer sur la diversité physionomique des habitats. En effet le PNEK va se révéler être une véritable mosaïque d'étages bioclimatiques de végétation. Ainsi, du littoral au massif forestier de la Medjerda, on distingue trois étages bioclimatiques:

1- L'étage sub-humide à hiver chaud: il est situé au niveau des plaines alluviales et du cordon dunaire sublittoral. Il se caractérise par l'aire de l'Oléolentisque à caroubier au niveau de la mer et par celle de l'Oléolentisque à myrte à un niveau altitudinal supérieur (Toubal, 1986). Par ailleurs, selon Gaussen *et al.*, (1958), il se caractérise également par la série du chêne Kermès en situation côtière sur substrat dunaire.

2- L'étage humide à hiver chaud à tempéré: cet étage correspond à l'aire de *Quercus suber*. Le chêne liège s'associe en deux groupements selon le jeu complexe des conditions d'humidité et de sol. Ainsi nous pouvons distinguer au niveau le plus thermophile à basse altitude, au moins thermophile à haute altitude, deux groupements principaux : le groupement à *Quercus suber* et *Pistacia lentiscus*, dans les niveaux les moins humides et les plus chauds. Ce groupement est infiltré par des espèces thermophiles telle que *Calycotome*, *Phillyrea*, *Erica*, *Cistus*...etc. et le groupement à *Quercus suber* et *Cytisus triflorus* que l'on observe à partir de 500 à 700 m d'altitude selon l'orientation du versant.

3- L'étage humide à hiver tempéré à frais: il se manifeste au-delà de 800 à 900 m d'altitude dans le Djebel Ghorra. Il se caractérise par l'aire de *Quercus faginea mirbeckii*, où le *Quercus suber* est moins bien représenté. Essence caducifoliée, le Chêne zeen se développe lorsque la pluviométrie est supérieure ou égale à 900 mm/an. Il forme alors des peuplements denses dont les arbres peuvent atteindre 30 m de haut. Il est associé au groupement à *Cytisus triflorus*, *Rubus ulmifolius*, *Crataegus monogyna* (Benyacoub *et al.*, 1998).

7. Richesse faunistique et floristique

7. 1. Richesse faunistique

Le PNEK abrite une richesse faunistique remarquable. La richesse ornithologique constitue la principale caractéristique des stations humides et forestières.

7. 1. 1. L'avifaune

Parmi les 191 espèces dénombrées (réparties sur 20 milieux), 55 sont hivernantes et 136 nicheuses (Benyacoub, 1997). On y dénombre en outre 21 rapaces et 69 espèces qui font l'objet d'une protection légale. En effet, outre les rapaces qui font l'objet d'une protection systématique, de nombreux oiseaux d'eau et passereaux bénéficient actuellement d'une protection par décret. De nombreuses espèces, considérées comme rares dans le bassin méditerranéen, sont quasiment confinées dans la région où elles forment des populations nicheuses relativement importantes. C'est le cas de l'Erismature à tête blanche, du *Fuligule nyroca*, de la *Talève sultane*, dont le lac Tonga constitue la zone de nidification privilégiée.

Parmi ces 69 espèces protégées, on dénombre 34 espèces abondantes à communes et seulement six espèces rares. Notons la pauvreté du PNEK en espèce d'oiseaux marins nicheurs ou hivernants mesurés par ces auteurs. 7 espèces dont une espèce nicheuse rare, le *Goéland d'Audouin*.

7. 1. 2. L'herpétofaune

Les reptiles sont représentés par 17 espèces recensées parmi lesquelles 6 sont peu abondantes et 2 rares. 7 espèces d'Amphibiens ont été également identifiées (Rouag, 1999). Seules trois espèces bénéficient actuellement d'une protection légale. Il s'agit de *Testudo graeca*, *Emys orbicularis* et *Mauremys leprosa*, toutes trois des Chéloniens. Nous pouvons citer dans le Parc *Hemidactylus turcicus* qui est une espèce rare de lézard, inféodée aux zones rocheuses littorales; *Salamandra algira*, amphibien urodèle rare, inféodée aux zones montagneuses; *Podarcis hispanica vaucheri* ; *Chalcides chalcides* espèces rares de Lacertidés inféodés aux zones d'altitude fraîches et enfin, la Tortue marine *Caretta caretta*.

7. 1. 3. L'ichtyofaune

L'ichtyofaune du Parc National est caractérisée par la présence de deux espèces endémiques chez les poissons d'eau douce: *Barbus callensis* et *Pseudophoxinellus callensis* et d'au moins cinq espèces marines, rares en Méditerranée: *Epinephelus alexandrinus*, *Epinephelus guaza*, *Diplodus cervinus*, *Thalassoma pavo*, *Muraena helena*. En milieu marin: *Epinephelus alexandrinus* et *Epinephelus guaza*. Constituent un patrimoine faunistique important.

7. 1. 4. Les invertébrés

En ce qui concerne les invertébrés, le Parc abrite environ 40 espèces d'odonates (Boulaïbal, 1999), 68 espèces de Syrphidés (Djelab, 1993), 60 espèces de Carabidés (Ouchtati, 1993), au moins 31 espèces de Lépidoptères diurnes (Benyacoub, 1998) et 44 espèces de Lépidoptères nocturnes (Bouzeriba, 2001).

7. 1. 5. Les Mammifères

Le groupe des mammifères est représenté au moins par 37 espèces dont 9 Chiroptères (Fekroune, 1998) et une espèce marine, le *Phoque moine* dont la présence reste incertaine. Si certaines espèces sont particulièrement abondantes, *Sanglier*, *Chacal*, *Mangouste*, *Hérisson*, *Chat forestier*...etc.

D'autres, en revanche, sont représentées par de faibles effectifs, parfois à la limite de l'extinction locale, *Cerf de Barbarie*, *Caracal*, *Hyène...etc.*).

7. 2. Richesse floristique

Selon De Belair (1990), le patrimoine végétal du parc national d'El-Kala est constitué de plus de 850 espèces qui comptent 65 algues, 110 champignons, 50 lichens, 40 mousses, 25 fougères et 545 spermaphytes. Le PNEK est à vocation forestière, plus de 80 % de sa superficie est constituée de forêts. En grande majorité de Chêne liège, qui constitue des peuplements purs et parfois mixtes avec du Chêne zeen. Les reboisements du pin maritime viennent en seconde position avec les reboisements d'Eucalyptus (Tableau 2).

Tableau 2: Proportion des différentes essences forestières du PNEK (B.N.E.F, 1984).

Essence forestière	Surface hectare (ha)	Pourcentage %
Chêne liège	34,16	48,75
Chêne Zeen	4,32	6,21
Pin maritime	10,25	14,63
Maquis	10,74	15,33
Eucalyptus	10,23	14,60
Autres essences	385	0,55

La végétation du PNEK est divisée en cinq séries principales réparties comme suit :

1-La série du Chêne liège: c'est la série la plus importante du PNEK (48,75 % de sa surface forestière), elle s'étend de 0 jusqu'à 900 m d'altitude sur les versants Nord et Nord-Est. La végétation qui l'accompagne est composée essentiellement du cortège suivant: *Erica arborea*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, *Cytisus triflorus*, *Callycotome villosa*.

2-La série du Chêne zeen: cette série est limitée au niveau des stations fraîches et humides, elle se trouve entre 900 et 1202m d'altitude. Rencontrée surtout dans le massif du Ghorra, elle est essentiellement composée de: *Ilex aquifolium*, *Erica arborea*, *Cytisus triflorus*, *Crateagus manogyna*, *Myrtus communis*, *Laurus nobilis* (Toubal, 1986).

3-La série du Chêne Kermes: Cette série occupe surtout les dunes littorales qui s'étendent de cap Rosa au Cap Segleb. Le Chêne Kermes joue un rôle important dans la fixation des dunes. Son cortège floristique est caractérisé par la présence de *Quercus coccifera*, *Pistacia Lentiscus*, *Halimium halimifolium*, *Chamaerops humilis*.

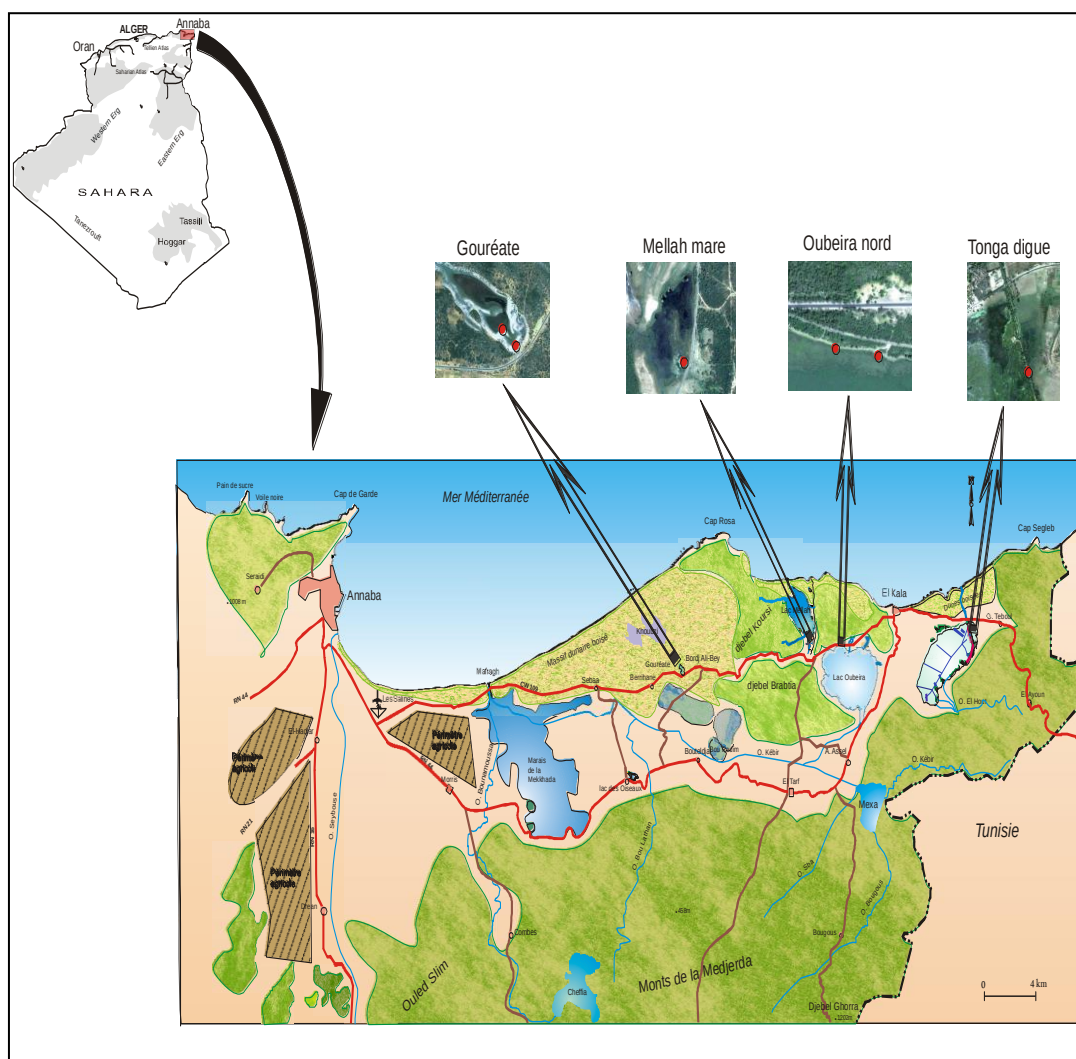
4-La série du Pin maritime: Elle occupe les collines sub-littorales et les basses montagnes. Le Pin constitue une essence de reboisement de la région. Les incendies favorisent sa propagation par libération et dispersion des propagules. Il est souvent accompagné de *Quercus suber*, *Erica arborea*, *Myrtus communis*, *Phillyrea angustifolia*, *Cistus salvifolius*, *Arbutus unedo* (Toubal, 1986).

5-La ripisylve: elle s'étend, le long des berges, des lacs et des oueds. Elle est constituée par des Aulnaies plus au moins riches en Saules, Frênes, Peupliers et Ormes (Kadid, 1989; Farsi, 1996) souligne l'importance de la végétation aquatique des différentes stations humides du Parc.

Chapitre II. Matériel et Méthodes

1. Présentation des stations d'études

La région d'El-Kala est notre zone d'étude sur les hydracariens. Le Parc National d'El-Kala est caractérisé par son importance écologique du fait des nombreuses stations classées RAMSAR. Sa richesse faunistique et floristique lui a donné le nom de grand Parc National du Nord tellien en Algérie (Figure 6).



1.1. Mare d'El-Gouréate

Situé à $36^{\circ} 50' 45,6''$ N, $08^{\circ} 10' 30''$ E, son altitude est de 23 m. Situé dans une vieille formation dunaire recouverte d'un maquis à chêne Kermes, lentisque et calycotome. Il correspond en fait à l'exsurgence de la nappe dunaire, ayant une superficie approximative de 06 ha et d'une profondeur variant de 0,6 à

1 m. Le plan d'eau depend entièrement du rythme de battement de la nappe. Il a connu quelques assèchements complets (Figure 7, 8).



Figure 7: Site de la mare El-Gouréate (Google Earth).



Figure 8: Vue locale de la mare Gouréate (Photo Messikh).

1. 2. Mare du Mellah

Situé à 36° 52' 3,36" N, 08° 20' 6" E. Ce marais est situé au Sud du lac Mellah, au Nord de la route CW 109, il s'étend sur une superficie de 24 ha. En partie asséché en été (demi-juillet jusqu'à la fin septembre), la mare de faible profondeur, est inondée par les apports pluviaux directs, par l'augmentation de débit de l'oued Bouaroug ou par le flot d'origine marine. Il est soumis aux aléas des variations climatiques saisonnières caractéristiques du climat méditerranéen. Il constitue cependant une station privilégiée de nourrissage et de nidification pour plusieurs espèces d'oiseaux migrateurs ou sédentaires. Cette richesse est due essentiellement au caractère saumâtre et à la faible profondeur de ses eaux ainsi qu'à la présence d'une importante quantité de ressources trophiques que ces oiseaux exploitent toute l'année.

En effet, et durant un cycle annuel (Boukhroufa, 2001), on a montré que le marais est une station importante pour de nombreux Ardéidés, de Laro-limicoles et d'Anatidés durant l'hivernage et des Charadriidés et des passereaux paludicoles durant la période de nidification. On retrouve ce genre de milieu, sur des superficies plus réduites au Nord et au Nord-Ouest du lac (Figure 9).



Figure 9: *Vue locale de la mare Mellah (Photo Messikh).*

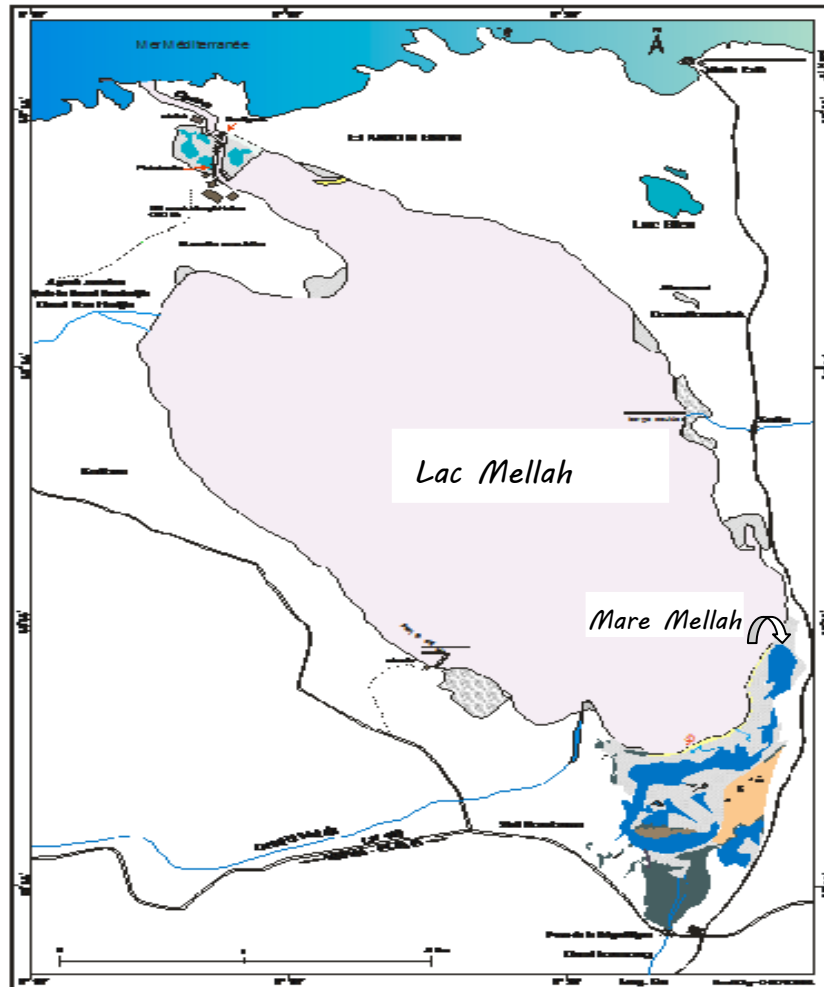


Figure 10: Station de de la mare Mellah (Benyacoub et al., 1998).

1. 3. Lac Oubeïra

1. 3. 1. Paramètres de forme

Le bassin versant du lac Oubeïra s'étend sur une superficie de 9728 ha. Son périmètre, long de 48,75 km, suit la ligne de partage des eaux qui est la ligne de crête qui passe au Nord par le kef Trébiche à 256 m et qui marque aussi la limite avec le Bassin versant du lac Mellah. La bordure ouest longe les sommets du Djebel Oubeïra 100 m jusqu'à fedj Zana 91 m avant d'être relayés dans la partie Sud par les Djebels Ach Lahmar 138 m et Hellilif 189 m qui constituent les bords sud ouest du bassin versant. La ligne du périmètre du bassin versant s'éloigne ensuite des bords du plan d'eau pour faire une incursion vers le sud-est et contourner le rocher du Kef Idioum 237 m avant de reprendre la direction du Nord vers les hauteurs de la ville d'El Kala en passant par le chapelet de collines qui couvrent la forêt de la Calle. La limite du bassin versant bifurque ensuite vers l'Ouest pour rejoindre le Kef Trebiche en contournant par le Nord le djebel Bou Marchen (Figure 11).

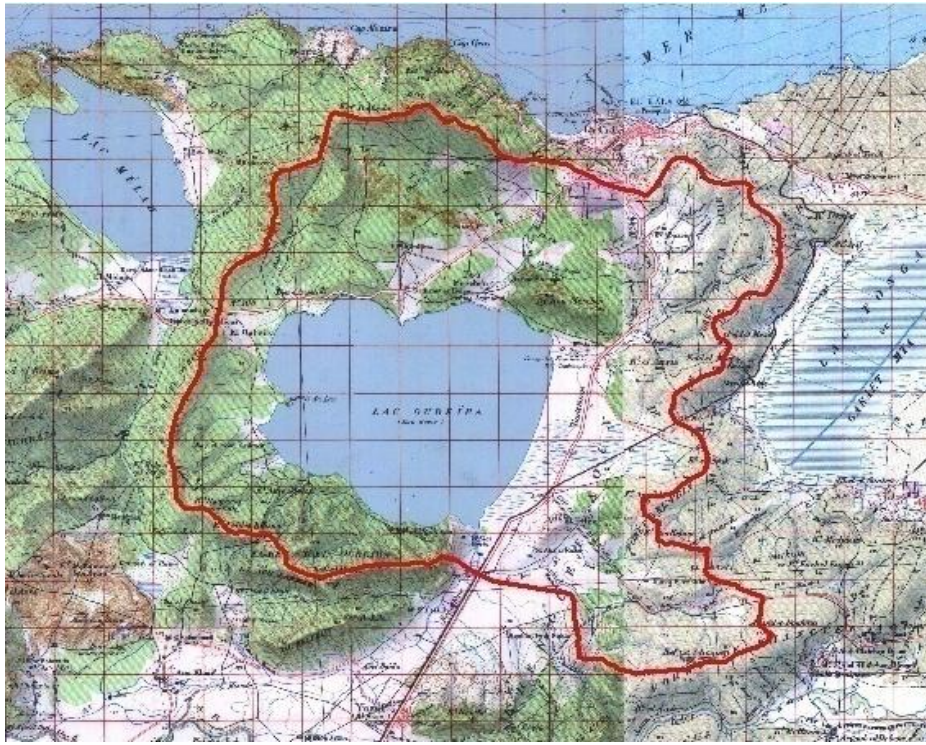


Figure 11: Bassin versant du lac Oubeira (1/50 000).

1. 3. 2. Le réseau hydrographique



Figure 12: Réseau hydrographique du bassin du lac Oubeira (1/50 000)

1. 3. 3. Hydrologie

Le bassin du lac Oubeïra est drainé par quatre principaux cours d'eau qui sont à écoulement pérenne. Les débits sont importants en saison humide mais ils baissent et se réduisent à l'étiage sans pour autant que les oueds s'assèchent totalement. On trouve:

- * Les oueds Demt Rihana et Bou Marchen au Nord.
- * L'oued Dey El Garaâ au Nord-Est.
- * L'oued Bou Hchicha au Sud.

On rencontre aussi une multitude de petits cours d'eau à écoulement temporaire venant des reliefs du sud ouest pour se jeter dans les eaux du lac. Il faut encore noter le cas particulier de l'oued Messida qui est l'exutoire naturel du bassin versant à l'étiage mais qui coule vers le lac lors des crues hivernales de l'oued El Kébir.

1. 3. 4. Caractéristiques morphométriques du lac Oubeïra

1. 3. 4. 1. Localisation

Le lac Oubeïra est un plan d'eau de type «étang» c'est-à-dire de moins de 6 m de profondeur, localisée à 5 km au Sud-Ouest de la ville d'El-Kala et 54 km à l'est et Sud-Est de la ville d'Annaba. Ses coordonnées géographiques au centre sont 36° 50' 695 N, 8° 23' 272 E, de ce fait il est localisé à 2,3 km au Sud-Est du lac Mellah.

1. 3. 4. 2. Dimensions

De forme grossièrement carrée, sa longueur selon un axe Nord-Sud passant par le milieu est de 4,20 km. La largeur selon un axe Est-Ouest passant par le milieu est de 5,22 km. Le périmètre est égal à 19,80 km. La superficie totale mesurée est de 2256 ha 70 ares 40 ca, soit 2257 ha environ.

1. 3. 4. 3. Bathymetrie

Les mesures bathymétriques font ressortir que le lac Oubeïra est un plan d'eau peu profond. La profondeur maximale est de 2,50 m en situation de pleine eau (Figure 13) et ne représente que 0,3 % de la superficie, la profondeur moyenne est égale à 2,15 m. L'analyse des profils bathymétriques confirme l'homogénéité topographique du lac, quelle que soit leur direction. Les variations

relativement rapides des profondeurs à partir des berges, s'effectuent sur 350 m en moyenne, pour passer de 0 à 2,10 m. Au talus ainsi formé, succède une vaste vallée de plus de 1500 ha. La zone la plus profonde du lac forme une sorte de petit creux de 7 ha, peu perceptible, localisé au centre Est du lac, à environ 2 km à l'Ouest de la rive d'El-Frin.



Figure 13: *Vue locale du lac Oubeïra* (Photo Messikh).

1. 4. Lac Tonga

1. 4. 1. Caractéristiques du bassin versant

Situé à l'extrême Est de la Wilaya où il fait frontière avec la Tunisie. Le bassin versant du Tonga est limité à l'Ouest et au Sud par les contreforts des monts de la Kroumirie, au Nord-Ouest par des collines sableuses qui le séparent du lac Oubeïra et au Nord par les dunes qui le séparent de la mer. Il est sur le territoire des communes d'El Kala à l'Ouest, de Souarekh (Om Teboul) à l'Est, d'El Aïoun au Sud-Est et de Raml Souk au Sud-Ouest.

Il est relativement plus peuplé que les bassins de l'Oubeïra et du Mellah. Les activités sont identiques, agriculture et élevage extensif, mais plus intenses. Il n'y a plus d'activité industrielle proprement dite depuis la fermeture de l'usine de Parpaings et la mine d'Om Teboul. L'usine est actuellement utilisée pour le montage d'appareils électroménagers. Le bassin versant est entièrement compris dans le Parc national. Les marécages du lac Tonga sont portés sur la liste Ramsar depuis 1983.

1. 4. 2. Paramètres de forme

Le bassin versant du lac Tonga s'étend sur 16390 ha et son périmètre est de 63,57 km. Sa limite à l'Est, suit le tracé de la frontière algérienne selon une ligne Nord-Sud qui va du Kef Redjela 550 m au Nord du Babarik 572 m jusqu'au Kef El Ham 551 m au Sud en suivant les hauteurs du Djebel Hadada et du Djebel Kourima 518 m (Figure 14).



Figure 14: *Bassin versant du lac Tonga (1/50 000).*

1. 4. 5. 2. Dimensions

De forme allongée, on peut définir des axes d'allongement remarquables. Sa longueur, selon un axe Nord-Est, Sud-Ouest, est de 7,1 km. La largeur selon un axe Est-Ouest passant par le centre est de 3,5 km en moyenne. Le périmètre est égal à 22 km environ. La superficie en situation de pleine eau est égale à 2300 ha environ. Elle est sensiblement réduite en été du fait de l'évaporation. Les zones exondées sont localisées à l'Ouest et à l'ensemble de la partie sud du lac.

1. 4. 5. 3. Bathymetrie

Les mesures bathymétriques font ressortir que le lac Tonga est un plan d'eau peu profond. La profondeur maximale à l'étiage est de 1,80 m. La profondeur moyenne est de 1,20 m. En situation de pleine eau la profondeur peut atteindre 3,00 m. A l'instar du lac Oubeïra, on retiendra que le lac Tonga se caractérise par une variation relativement faible de la profondeur au niveau des rives sauf au niveau de la digue. Dans sa majeure partie, la topographie du fond du lac peut être considérée comme très homogène.

1. 4. 5. 4. Volume

Le manque de données sur l'ensemble du site ne nous a pas permis de procéder au calcul précis du volume. On peut néanmoins estimer ce dernier à partir de la profondeur moyenne qui donne une valeur de 28.000.000 m³ environ en période de pré étiage. Cette valeur doit être sensiblement supérieure en période de pleine eau. Le caractère endoréique du lac Tonga l'expose à des variations sensibles de son volume et de sa surface en eau. L'intense évaporation estivale peut retirer un volume d'eau important, supérieur à 25 % du volume maximale.



Figure 16: *Vue locale du lac Tonga* (Photo Messikh).

2. Présentation des Hydracariens

Les acariens appartiennent à cinq groupes indépendants sont: les Hydrachnida (Hydrachnellae, Hydracarina ou Hydrachnidia), certains Halacaridae, Oribatida, Acaridida et Mesostigmata qui vivent généralement dans les eaux douces. Les Hydrachnida sont les plus nombreux, les plus diversifiés et écologiquement les plus importants des groupes d'eau douce cités, quoique d'un intérêt biologique considérable, sont généralement moins abondants et sont relativement conservateurs dans la morphologie et les habitudes au point de vue éco-éthologique.

Les hydrachnida sont parmi les arthropodes les plus abondantes et diversifiées dans de nombreux habitats benthiques. Un mètre carré de substrat à partir du littoral herbier dans les lacs eutrophes peut contenir plus de 2000 deutonymphes et des adultes représentant jusqu'à 75 espèces dans 25 genres ou plus (Smith & Cook, 1991). Des échantillons comparables d'une superficie équivalente de substrat rocheux dans les radiers des cours d'eau donnent souvent un nombre plus de 5000 et plus de 50 espèces dans plus de 30 genres (y compris les benthiques et hyporhéiques formes).

Les hydrachnidés ont coévolué avec certains groupes d'insectes dans les écosystèmes d'eau douce dominante, en particulier nematoceros Diptera, et d'interagir intimement avec ces insectes à tous les stades de leur cycle biologique.

2. 1. Relation générale

Les Hydrachnida ainsi que les types terrestres (Calypstomatoidea, Trombidioidea et Erythraeoidea) appartiennent à un groupe d'une diversité remarquable naturelle des acariens actinédid de Parasitengona. Après avoir émergé de la membrane de l'œuf, la larve hexapode cherche un hôte approprié et devient un ectoparasite, qui est transporté passivement tout en se nourrissant sur les fluides d'accueil. Lorsqu'il sera pleinement engorgé, la larve se transforme en nymphochrysalis à l'état du repos (correspondant au stade de protonymphal). (Smith & Cook, 1991)

La réorganisation structurelle radicale se produit au cours de cette étape, donnant lieu à la deutonymphe active, qui ressemble à l'adulte octopod et typiquement prédatrice, mais est sexuellement immature et présente une sclérotisation incomplète et chétotaxie. Le deutonymphe se nourrit et grandit avant d'entrer dans une autre étape de repos, en effet le terme Imagochrysalis (correspondant au stade de tritonymphal). Après l'achèvement de la morphose au cours de cette étape, l'adulte mature émerge (Smith & Cook, 1991)

2. 2. Origines des Hydracariens

Les hypothèses sur leur origine supposent généralement un parasitengone ancestrale terrestre (Mitchell, 1957a; Davids & Belier, 1979). Une hypothèse alternative récemment proposée (Wiggins *et al.*, 1980; Smith & Oliver, 1986) suggère que le parasitengone souche primitive pourrait être hydracariens ressemblant certains Hydryphantoidea existants. Selon ce postulat, les hydracariens ont divergé à partir d'ancêtres terrestres avec le développement direct, peut-être ressemblant aux Anystoidea existants, tout en évoluant, le modèle parasitengone représente un ensemble d'adaptations pour exploiter spatialement et temporellement les habitats aquatiques intermittents. (Smith & Cook, 1991)

Les archives fossiles fournissent peu d'informations sur l'histoire évolutive des hydracariens. Les fossiles rapportés sont en effet sans aucun doute des hydracariens d'après (Cook, 1957; Poinar, 1985).

Les données morphologiques et comportementales disponibles suggèrent que les hydracariens existants, éventuellement à l'exclusion du Stygothrombidioidea énigmatique et Hydrovolzioidea, sont monophylétiques (Barr, 1972; Cook, 1974; Smith & Oliver 1976, 1986).

2. 3. Diversité et classification

Plus de 5000 espèces d'hydracariens sont actuellement reconnues dans le monde entier, représentant plus de 300 genres et sous-genres dans plus de 100 familles et sous-familles. Les acarologues considèrent généralement les hydracariens pour être un taxon de rang intermédiaire entre les superfamilles et les sous-ordres. (Smith & Cook, 1991)

En effet, le groupe d'hydracariens semble rivaliser avec plusieurs ordres d'insectes aquatiques dans la diversité, et est comparable à certains d'entre eux dans l'âge. La plupart des genres et des familles sont raisonnablement stables et semblent être lignés étroitement avec les holophylétiques. Les familles sont regroupées en huit superfamilles. Quatre d'entre elles sont: Stygothrombidioidea, Hydrovolzioidea, Hydrachnoidea et Eylaoidea représentent probablement des groupements naturels. Les autres, Hydryphantoidea, Lebertioidea, Hygrobatoidea et Arrenuroidea sont tous les assemblages soit paraphylétiques ou polyphylétiques. (Smith & Cook, 1991)

Les études phylogénétiques sont utiles pour comprendre l'évolution des hydracariens et le développement d'une classification plus naturelle sont celles qui fournissent des synthèses d'information basées sur la morphologie de tous les stades, les attributs de comportement, et les données relatives au cycle biologique (Mitchell, 1957a; Cook, 1974, Smith, 1976; Smith & Oliver 1976, 1986).

2. 4. Morphologie externe

Les hydracariens présentent les caractéristiques de corps des acariens comprenant le gnathosoma, et l'idosoma, représentant le céphalothorax fusionné et l'abdomen.

2. 4. 1. Morphologie des larves

La structure morphologique des larves hydracariennes est illustrée comme suit:

- Le court gnathosoma porte les pédipalpes trapus, qui ont cinq segments libres (trochanter, fémur, genou, tibia, le tarse) qui fléchissent vers le ventre. Le tarse du pedipalp est relativement long et cylindrique dans certains taxons anciens (par exemple, Hydryphantinae, Thyadinae), mais il est généralement réduit à un tampon de dôme ou en forme de bouton dans la plupart des groupes dérivés. (Smith & Cook, 1991)
- Les soies ont des épaisseurs très modifiées et sont présentes dorsalement à l'extrémité du tibia, l'homologue du tendon tibial "griffe", qui caractérise la plupart des pedipalp Astoidea terrestre, Parasitengona, et des groupes apparentés.
- Les paires de chélicères, chacune consistant en un segment cylindrique de base et une borne mobile griffe, se situe entre les pédipalpes.
- Le tégument dorsal porte un œil place médiane, deux paires d'yeux latéraux semblable à une lentille, quatre paires de soies propodosomales. Quatre paires de soies mediotrochantériques, une paire de soies humérales et trois paires de soies laterotrochantériques.
- Le tégument ventral quant à lui, il porte deux paires de plaques coxales, dont quatre paires de soies sur, une paire d'uristigmata entre les plaques coxales I et II, un pore excréteur, deux paires de soies sur la plaque du pore excréteur et quatre paires de soies ventrales. Donc la taille, la forme et la position de ces structures dorsales et ventrales, le degré de fusion des sclérites qui leur sont associés fournissent des caractéristiques taxonomiques utiles.
- Les pieds sont insérés latéralement sur les plaques coxales, et ont typiquement six segments mobiles, à savoir trochanter, basifémur, telofémur, genou, le tibia, et du tarse, qui s'articulent pour permettre la flexion ventrale. Les segments ont des compléments caractéristiques de soies et solénidies.

Les tarsi portent des paires de griffes simples et des griffes terminales complexes (empodia) (Smith & Cook, 1991) (Figure 17).

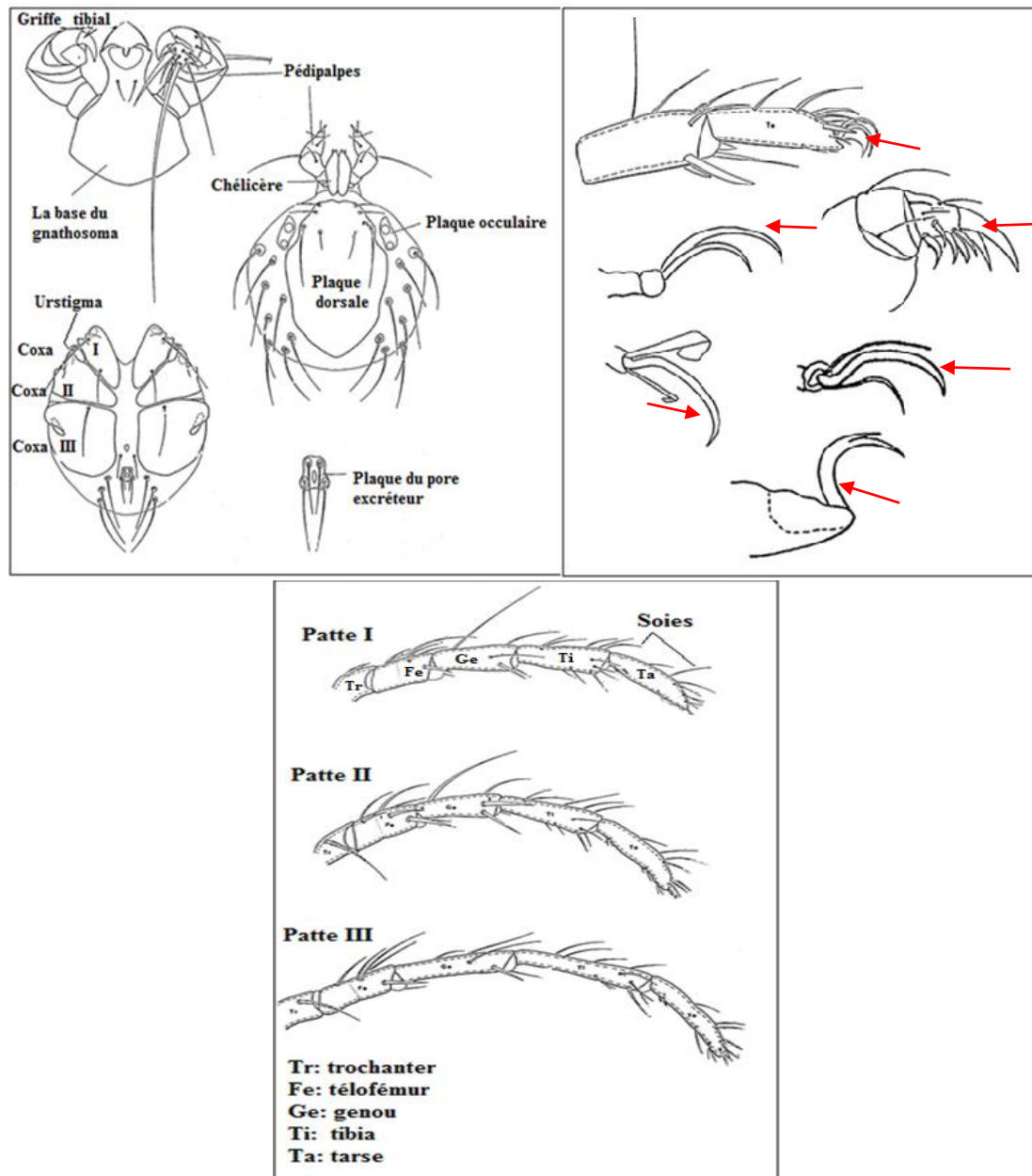


Figure 17: Présentation de la morphologie d'une larve avec ses différentes griffes (Flèches) (Smith & Cook, 1991).

2. 4. 2. Morphologie des deutonymphes et des adultes

- Le gnathosoma est un court canal, dérivé des extensions des coxa de pedipalpes et conduisant au tégument (Mitchell, 1962). Une paire de pédipalpes insérée sur la gnathosoma, à la fois la fonction de tactile et de prédation.
- Dans l'état plésiomorphe, les pedipalpes ont cinq segments mobiles, à savoir trochanter, fémur, genou, le tibia, et le tarse, qui sont essentiellement cylindriques et s'articulent pour permettre la flexion ventrale du tibia comme dans les larves.
- Une paire de chélicères se trouve dans des rainures longitudinales entre les pédipalpes sur la surface dorsale de la gnathosoma. Elles se composent d'un segment de base cylindrique portant une griffe terminal mobile. Cette structure est conçue pour déchirer le tégument des organismes proies et est retenue dans presque tous les groupes dérivés. Les hydrachnidae sont uniques en ayant des chélicères non segmentées et ayant la forme d'un stilettoform, c'est une adaptation évidente pour percer les œufs d'insectes dont ils se nourrissent.
- Les chélicères sont séparées dans tous les groupes sauf pour Limnocharidae Eylaidae, où elles sont médialement fusionnées. Les études comparatives les plus complètes de pièces buccales d'hydracariens ont été publiées par Motas (1928) et Mitchell (1962).
- L'idiosoma est généralement rond ou ovoïde dans les grandes lignes, légèrement aplati dorso-ventralement. Le tégument dorsal porte un œil médial et une paire d'yeux latéraux qui sont généralement enfermés dans des capsules où existe une paire de soies préoculaire et postoculaires avec une paire de Glandularia en série longitudinale (six dorsoglandularia, cinq lateroglandularia).
- Le tégument ventral porte une paire de plaques coxales (fusionné en groupes antérieure et postérieure de chaque côté), l'appareil génital (comprenant le gonopore, trois paires de acetabula, et les paires de valves génitales), cinq paires de ventroglandularia (y compris les gladulaires du coxa II derrière les groupes postérieurs) et le pore excréteur. Comme dans les larves, ces structures idiosomales fournissent une multitude de caractères taxonomiques utiles.

- Les pattes sont insérées latéralement sur les epimères, et s'articulent en général, sur un grand axe vertical et ont six segments mobiles qui s'articulent pour permettre la flexion ventrale. Les segments sont essentiellement cylindriques et ont des compléments variables de soies (Smith & Cook, 1991).

2. 4. 3. Evolution des adultes exosquelettes

Les grandes lignées d'hydracariens sont différenciées de souche ancestrale qui ressemblait au corps mou d'Hydryphantoidea (Mitchell, 1957a, 1957b; Smith & Oliver 1986), principalement par le développement des comportements larvaires atypiques. Les Hydrachnidae et Eylaidae deviennent des habitants spécifiques des marres temporaires, alors que les Hydryphantoidea, Lebertioidea, Hygrobatoida et Arrenuroidea sont en fin de compte des habitants diversifiés et rayonnées dans un large lieu d'habitats. Ils s'adaptent aux habitats tels que les zones et les substrats dans les ruisseaux et nécessitent un changement des habitudes de la marche ou la natation. Les acariens s'adaptent à la zone des mousses et à la litière humide et développent un tégument hydrophile, qui attire l'eau sur la surface dorsale (Mitchell, 1960). Le changement impliquait un changement d'orientation de l'axe principal des jambes, le raccourcissement et l'épaississement des segments des jambes et des soies, l'élargissement des griffes du tarse, et le développement des muscles qui deviennent plus forts et plus massifs pour contrôler les mouvements des jambes. L'expansion du sclérite associé aux plaques coxales, à la glandularia, aux bases de soies et l'appareil génital, avec une sclérotisation des parties dorso et laterocentrale du corps, peut fournir un soutien exosquelette rigide pour les muscles. La fusion de ces zones sclérotisées conduit au développement dorsal et ventral des boucliers protecteurs complets chez les adultes de certains groupes. Par moments, l'évolution des gènes au sein des hydrachnidés avait apparemment produit les communautés de base d'espèces essentiellement à corps mou qui vivent dans l'eau temporaire et permanent, et les espèces en partie entièrement sclérotisées vivant dans les eaux souterraines émergente, courantes, et les habitats interstitiels (Smith & Cook, 1991), (Figure 18) .

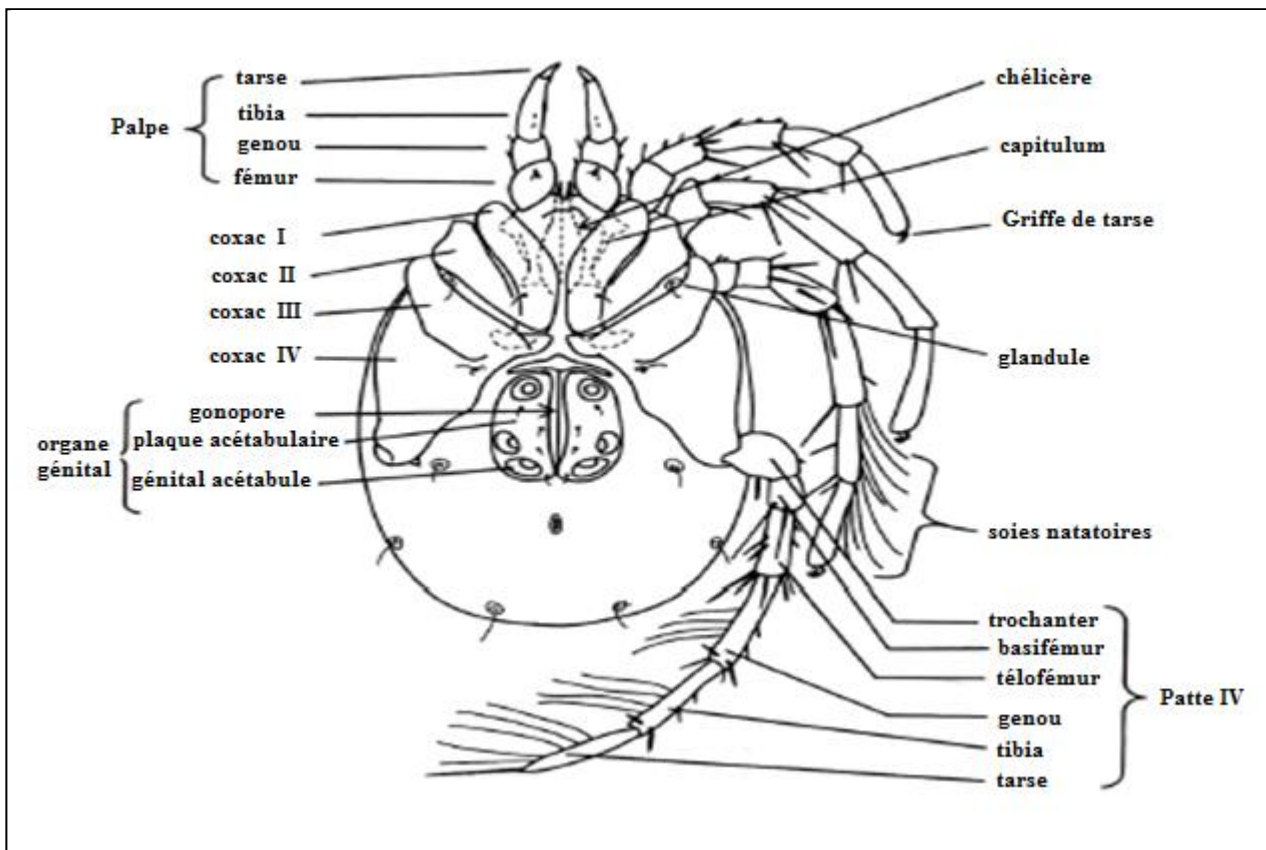


Figure 18: Vue ventrale d'une femelle *Limnesia* (Proctor, 2006).

2. 5. Anatomie interne

Les systèmes d'organes des hydracariens occupent la hémocèle immergée par l'hémolymphe qui circule par les mouvements musculaires du corps (Schmidt, 1935; Mitchell 1964 c).

2. 5. 1. Système digestif

La digestion des matières alimentaires se fait par les liquides absorbés. La digestion des matières alimentaires se fait par les liquides absorbés. Le pharynx musculaire aspire l'alimentation dans la cavité buccale, puis elle passe à travers l'oesophage tubulaire de l'intestin moyen à lobes où la digestion et l'absorption se produisent. La matière non digérée s'accumule sous forme de particules insolubles dans un lobe postéro-dorsale de l'intestin moyen. Tous les lobes de l'intestin moyen disparaissent au hasard car il n'y a aucun lien entre l'intestin et le pore excréteur (Smith & Cook, 1991).

2. 5. 2. Système excréteur

Ce système se compose d'un grand tube excréteur, à paroi mince, dérivé de l'intestin postérieur primitif qui se trouve dans la partie dorsale et en contact étroit avec l'intestin moyen. Les déchets sont absorbés par l'hémolymph, et stockés dans le tubule excréteur sous forme de cristaux insolubles, blanchâtres ou jaunâtres de la composition chimique. Lorsque il est rempli de matériau cristallin, le tube excréteur peut être visible à travers le tégument dorsal en T ou en Y.

Le tube excréteur est relié ventralement avec le pore excréteur qui évacue périodiquement via la pression générée par les mouvements des muscles du corps. L'osmorégulation est accomplie par les urstigmata chez les larves, et par les cotyles génitales chez les adultes et les deutonymphes (Barr, 1982). Ces deux structures ont des bouchons poreux qui fournissent une région de surface suffisante de chlorure épithélium pour maintenir l'équilibre de l'eau (Smith & Cook, 1991).

2. 5. 3. Système respiratoire

De nombreux groupes d'hydracariens conservent les paires de stigmata situées entre les bases de la chélicère durant tous les stades actifs. En général, les stigmata conduisent aux troncs trachéaux qui se rencontrent à plusieurs reprises dans les tubules trachéaux et s'étendent à toutes les parties du corps pour permettre la respiration.

Toutefois, pour les deutonymphes et les adultes, la respiration se produit par diffusion à travers le tégument. Chez les adultes qui habitent l'eau stagnante, un ensemble de tubes fermés ayant les dimensions de la trachée situés sous le tégument transporte le gaz vers et depuis les trachées qui mènent aux organes internes (Mitchell, 1972). Les acariens très sclérotisées ont des plaques avec des pores disposés régulièrement qui permettent la diffusion des gaz entre les boucles trachéales et de l'eau environnante à travers les zones de tégument mince. (Wiles, 1984).

2. 5. 4. Système nerveux

Une masse ganglionnaire fusionnée centralement, entoure l'œsophage. Les yeux latéraux sont les structures primaires de la détection de lumière des hydracariens. On a typiquement deux paires, avec

les yeux de chaque côté qui sont rapprochés et souvent inclus dans des capsules en forme de lentilles qui se trouvent au-dessus ou au-dessous du tégument (Smith & Cook, 1991).

2. 6. Ecologie de développement

L'étude de l'histoire de vie de base des hydracariens a été correctement initiée par Wesenburlund (1918) et a été confirmée par des études ultérieures sur un large éventail de taxons (Smith & Oliver, 1986). Les premières études étaient des espèces paléarctiques, surtout Arrenurinae, étudiée par Munchberg (1935 a, 1935b). Par la suite, Mitchell (1959, 1964 a) a traité intensivement un certain nombre d'espèces néarctiques de Arrenurinae et les espèces paléarctiques tels que les Hydrachnidae, Limnocharinae, Eylaidae, Limnesiinae, Unionicolinae, Pioninae et Arrenurinae. (Famille Hydrodromidae) ont été publiées par Meyer (1985).

2. 6. 1. Cycle biologique

2. 6. 1. 1. Œufs

Les œufs sont généralement déposés en masses dans une matrice gélatineuse et attachés aux plantes, aux particules de bois, ou des pierres. Les femelles des Hydrachnidae utilisent une manière développée leur ovipositeur allongé pour y déposer les œufs individuellement dans les tiges des plantes aquatiques. Certains Unionicolinae utilisent des stylets courts pour pondre dans des tissus spongieux ou des moules. L'étude morphologique complète des oeufs d'hydracariens a été publiée par Sokolov (1977).

Dans la membrane de l'œuf, les hydracariens passent par un stade pré-larvaire transitoire (Meyer, 1985), puis se développent rapidement et deviennent directement des larves. Les larves entièrement formés peuvent être observées se déplaçant dans la membrane de l'œuf juste avant qu'ils n'éclosent de 1-3 semaines après la ponte. Chez certaines espèces, on signale l'arrêt du développement larvaire comme les Unionicolinae (Mitchell, 1955), Teutoniidae et Anisitsiellinae (Smith, 1982), dont les larves ne deviennent actives et émergent pendant au moins six mois après la ponte. Les femelles possèdent des adaptations pour la sélection des sites de ponte appropriés, comme les larves qui émergent à proximité d'une offre abondante d'hôtes potentiels pour avoir plus de chances de survie.

2. 6. 1. 2. Larves

2.6.1.2.1. Sélection d'hôte et les relations parasitaires

Après émergence, les larves commencent à présenter un comportement pour la recherche de l'hôte. Pour se développer davantage, elles doivent se diversifier rapidement pour repérer les hôtes et de fournir des sites adéquats pour la fixation afin de s'alimenter et ainsi permettent de visiter régulièrement les habitats qui conviennent pour le développement post-larvaire. Les insectes hôtes fournissent aux hydracariens la source de la nutrition nécessaire à la croissance des larves et leur mécanisme de dispersion primaire.

Les surfaces d'habitation des larves sont essentiellement terrestres, elles peuvent repérer les hôtes seulement quand ils visitent ou traversent la surface de l'eau. Ces opportunités sont des événements transitoires survenant d'une manière irrégulière dans le temps et l'espace. Certains hydracariens tentent de surmonter les risques d'échec par l'utilisation des organismes hôtes en produisant de grandes quantités d'œufs. En effet, les larves de certaines sous-familles des Hydryphantidae exploitent une large gamme d'hôtes, y compris les insectes qui ne sont que des visiteurs occasionnels aux habitats des acariens. Cette stratégie se traduit par un gaspillage considérable, comme la fixation des larves à des hôtes qui ne reviennent pas dans les habitats d'acariens appropriés mourront. Les larves terrestres utilisent les indices tactiles et visuels pour repérer les hôtes à la surface de l'eau.

Certains Hydryphantidae ont les pattes postérieures modifiées pour sauter vers les hôtes positionnés au-dessus, chercher un endroit de fixation, intégrer leurs chélicères et commencer à se nourrir. En revanche, les larves aquatiques ont accès à des hôtes potentiels durant l'étape larvaire au niveau de la colonne des eaux ou de substrat avant la mue. En conséquence, les espèces des larves aquatiques peuvent développer des associations hautement spécialisées avec des hôtes particuliers qui sont intimement liés aux mêmes conditions d'habitat que les acariens pour le développement ultérieur.

Les larves des Hydrachnidae exploitent pratiquement le même nombre d'hôtes que les Eylaidae, mais leur localisation est juste sous la surface de l'eau. Certains Arrenurinae présentent une approche similaire à la recherche des hôtes. Leurs larves localisent par natation les nymphes de tanypodine

Chironomidae, Culicidae, Ceratopogonidae et même des odonates durant leur post larvaire au dessous de la surface de l'eau (Smith & Cook, 1991).

2.6.1.2.2. Choix du site de sélection, d'engorgement et de dispersion

Les larves de plusieurs sous-familles d'hydracariens présentent une forte sélectivité pour se fixer à des endroits particuliers sur le corps de l'hôte (Smith & Oliver 1976, 1986). Ces préférences illustrent un autre processus d'adaptation et de développement des acariens avec leurs hôtes.

En général, les larves d'Hydryphantoidea et d'Arrenuroidea parasitent les diptères du côté thorax. Les larves de nombreux groupes dérivés peuvent partager la même partie du thorax du même hôte, en effet, ils sont généralement disposés symétriquement de part et d'autre du corps. Notamment, les larves de certaines espèces peuvent utiliser les segments abdominaux antérieurs d'hôtes lorsque les sites thoraciques sont déjà occupés.

La durée de la phase de développement des larves parasites varie considérablement, les larves de plusieurs groupes au début des dérivés telles que certaines espèces de Limnocharinae passent d'un stade à l'autre sur le même individu hôte et complètent l'engorgement quand l'hôte va atteindre l'âge adulte. Ce comportement peut être la condition de survie chez les hydracariens, en effet, les larves des Hydrachnidae et Eylaidae restent attachées à la même bogue de coléoptère adulte tout au long de la phase parasitaire, pendant des semaines de remorquage ou plus.

Les larves des espèces de ces familles qui sont adaptées aux mares temporaires restent souvent sur des hôtes tout au long de la phase sèche de l'habitat, et seulement engorge après une période de développement arrêté qui peut durer dix mois.

D'autres larves parasitant de diptères notamment les espèces nematoceros ou d'autres insectes aériens, engorgent rapidement et mûrent en quelques heures, elles sont entièrement nourries et passent au stade de nymphochrysalis repos (Smith & Cook, 1991).

2. 6. 1. 3. Nymphochrysalis

Après engorgement, les larves de tous les groupes d'hydracariens entrent dans une phase de repos, représentant la protonymphe, au cours de laquelle les tissus larvaires sont résorbés et réorganisés et on arrive au développement de la deutonymphe.

En effet, les larves matures de la plupart des groupes, en réponse à des stimuli environnementaux, mécaniques, visuels, et chimiques, comme des indices à la proximité de l'eau poussent leurs hôtes aériens à les déposer dans l'eau. En rentrant dans l'eau, les larves engorgées sont capables seulement de quelques mouvements limités et cherchent immédiatement les plantes pour s'attacher par leur chélicères, restent au repos et se transforment en nymphochrysales. Après quelques jours, les deutonymphes complètement formés émergent des peaux larvaires et deviennent actifs.

Normalement, seules les larves qui sont retournées par leurs hôtes à l'habitat parental ou similaire, sont capables de se transformer en nymphochrysales et poursuivre le développement. Les larves attachées à des hôtes qui meurent sans avoir à retourner à l'eau ou celles qui se détachent des hôtes dans des habitats défavorables périssent (Smith & Cook, 1991).

2. 6. 1. 4. Deutonymphe

Dans toutes les espèces connues, le stade deutonymphal est actif et prédateur et ressemble à l'adulte, mais est sexuellement immaturé. Les deutonymphes présentent généralement des sclérites idiosomales peu développées et la répartition des soies (la chétotaxie) comparées aux adultes. Elles se nourrissent voracement, souvent du même taxon d'insectes aux stades immatures qu'ils ont parasités en période de larves. L'étape deutonymphale varie en durée de quelques jours ou quelques semaines dans des groupes tels que les Hydrachnidae, Eylaoidea, et certains Hydryphantidae, à plusieurs mois dans de nombreux groupes tels que les Arrenuroidea. Les Pionidae vivent généralement durant plusieurs mois entre l'été et l'hiver suivant, et sont adaptés d'exploiter les piscines temporaires chaque année. Quelques espèces de cette famille, les deutonymphes sont en mesure de supporter la phase sèche du cycle dans le substrat (Smith 1976, Wiggins *et al.*, 1980). La deutonymphe est le stade principal de la

croissance dans la plupart des groupes d'hydracariens, la taille du corps augmente considérablement pendant cette étape.

En atteignant la taille adulte, les deutonymphes se transforment au stade de imagochrysalis en intégrant leur chélicères dans les tissus de la plante et deviennent inactifs à ce stade (Smith & Cook, 1991).

2. 6. 1. 5. Imagochrysalis

Lors de cette étape, une nouvelle réorganisation structurelle se produit pour atteindre la phase adulte. Cette dernière métamorphose est rapide, et les adultes sont généralement prêts à sortir dans quelques jours (Smith & Cook, 1991).

2. 6. 1. 6. Adulte

Les adultes émergent du tégument deutonymphal et deviennent immédiatement actives, rampant ou nageant, toute la sclérotisation du corps est terminée et les modèles de couleur distinctifs deviennent évidents. Les adultes de différents groupes affichent des formes de corps et des arrangements de sclérites idiosomales pour pouvoir s'adapter dans différents habitats aquatiques. Peu de temps après l'émergence, les mâles et les femelles atteignent la maturité sexuelle et commencent l'accouplement (Smith & Cook, 1991). Dans de nombreux taxons, les mâles ont tendance à émerger et devenir à échéance quelques jours plus tôt que les femelles de la même espèce, et sont prêts à s'accoupler dès que les femelles deviennent actives dans l'habitat.

En général, le modèle de comportement des hydracariens lié à l'accouplement se fait par un transfert indirect sans le contact entre les sexes a été observé dans certains Hydrachnidae (Davids & Belier, 1979), Eylaidae (Lanciani, 1972), Hydryphantinae (Mitchell, 1958), Hydrodromidae (Meyer, 1985), (Figure 19).

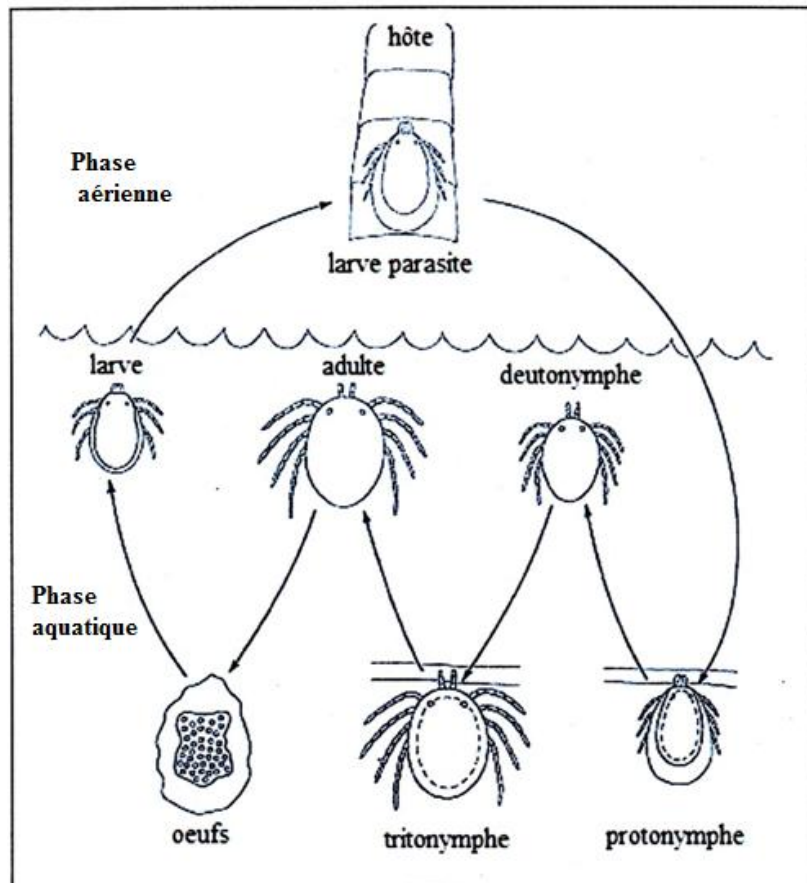


Figure 19: Cycle biologique des Hydracariens (Smith, 1976)

3. Techniques d'échantillonnage

Notre échantillonnage a été réalisé mensuellement pendant une période s'étalant de novembre 2007 à octobre 2009. Des boîtes en plastique pour y mettre nos prélèvements en eau avec les échantillons des hydracariens. Avant de procéder aux prélèvements, nous passons beaucoup de temps à observer soigneusement l'eau. Il faut savoir que ce sont des organismes nageurs; ils rampent sur les plantes et les petits rochers, ils refont surface pour respirer. Les organismes doivent se nourrir, et les meilleurs endroits susceptibles de les héberger sont les régions où il y a des débris de plantes aquatiques. Le matériel de chaque prélèvement est recueilli dans un grand récipient.

4. Préparation des échantillons

Nous avons utilisé la solution de Koenike pour la conservation des adultes, dont la composition est la suivante: Solution pour la concentration Koenike (GAW) (Harvey, 1998), 10% d'acétique glacial, 40 % d'eau distillée, et 50 % de glycérol. Et ceci pendant quelques jours jusqu'à ce que les

échantillons deviennent transparents. Avec un pinceau, on les place sur des lames et on ajoute une goutte de glycérine. L'observation se fait au microscope à l'objectif (10 x ou 40 x).

5. Mesure des paramètres physico-chimiques

Les mesures de la température, le pH et la conductivité électrique ont été réalisées dans les stations (au moment de l'échantillonnage) à l'aide d'un multi-paramètre (CONSORT 535) utilisant différentes sondes (Figure 20). L'utilisation de cet appareil consiste à faire plonger la sonde appropriée dans l'eau, après étalonnage, puis attendre quelques secondes pour la relever et lire le résultat de la mesure, après stabilisation de l'affichage sur l'écran.



Figure 20: Photographie d'un multi paramètre. (CONSORT 535)

5. 1. Détail des expériences

On a fait les dosages liés aux examens physico-chimiques à savoir: les nitrites, l'ammonium et le phosphate (Figure 21).



Figure 21: Kit de test pour la détermination colorimétrique des ions (Nitrites, Ammoniums et Phosphates).

5. 1. 1. Dosage de l'azote nitreux (les nitrites NO_2^-)

- Verser un échantillon d'eau de 5 ml dans chacun des deux récipients de mesure à l'aide de la seringue en plastique, placer un récipient de mesure à la position A du comparateur. N'ajouter du réactif qu'au récipient de mesure B.
- Ajouter 4 gouttes de NO_2^- , fermer le récipient et mélanger.
- Ajouter une cuillère de mesure rase de NO_2^- , fermer le récipient, secouer le mélange jusqu'à ce que la poudre soit dissoute.
- Ouvrir le récipient 10 minute et placer le à la position B du comparateur.
- Faites glisser le comparateur jusqu'à ce que les couleurs soient identiques dans le trou d'inspection du haut.
- Lire la valeur sur la languette du comparateur. Des valeurs intermédiaires peuvent être évaluées.

5. 1. 2. Dosage de l'ammonium NH_4^+

- A l'aide de la seringue en plastique, verser 5 ml d'échantillon d'eau dans chacun des deux récipients de mesure. Placer un récipient de mesure à la position A du comparateur. N'ajouter du réactif qu'au récipient de mesure B.
- Ajouter 10 gouttes de NH_4^{-1} , fermer le récipient et mélanger.
- Ajouter une cuillère de mesure de NH_4^{-2} , fermer le récipient, secouer le mélange jusqu'à ce que la poudre soit dissoute. Attendre 5 minutes.
- Ajouter 4 gouttes de NH_4^{-3} , fermer le récipient et mélanger.
- Ouvrir le récipient après 7 minute et placer le à la position B du comparateur.
- Faites glisser le comparateur jusqu'à ce que les couleurs soient identiques dans le trou d'inspection du haut.
- Lire la valeur sur la languette du comparateur. Des valeurs intermédiaires peuvent être évaluées.

5. 1. 3. Dosage du phosphate PO_4^-

- Verser un échantillon d'eau de 5 ml dans chacun de récipients de mesure à l'aide de la Seringue en plastique, placer un récipient de mesure à la position A du comparateur. N'ajouter du réactif qu'au récipient de mesure B.
- Ajouter 6 gouttes de PO_4^{-1} , fermer le récipient et mélanger.
- Ajouter 6 gouttes de PO_4^{-2} , fermer le récipient et mélanger.
- Ouvrir le récipient après 10 minutes et placer le à la position B au comparateur.
- Faites glisser le comparateur jusqu'à ce que les couleurs soient identiques dans le trou d'inspection du haut.
- Lire la valeur sur la languette du comparateur. Des valeurs intermédiaires peuvent être évaluées.

6. Identification des taxons par méthode biométrique

Après la préparation de la lame, nous passons à l'observation: comme critère morphométrique, nous avons noté et calculé:

- ✓ La longueur (L) et la largeur (l) du corps de l'adulte.
- ✓ La plaque oculaire (la longueur et la largeur), la distance entre les deux plaques. La longueur et la largeur des épimères (coxae).
- ✓ La longueur et la largeur des pédipalpes.
- ✓ La longueur et la largeur de la plaque génitale.
- ✓ La longueur et la largeur des segments des 4 pattes de l'adulte.
- ✓ La longueur et la largeur des pores excréteurs.
- ✓ La longueur et la largeur des chélicères.

Les différentes mesures ont été déterminés à l'aide d'un micromètre oculaire préalablement étaloné avec l'objectif 4x et 10x. (Microscope Olympus) dont les coefficients micrométriques sont respectivement 15 et 37,5.

7. Grossissement des figures

$$G = (D/d) \times 10000$$

D: mesure sur photos par cm.

d: mesure réel en μm .

8. Structure et organisation des peuplements

Au-delà de leur composition taxonomique on peut caractériser les peuplements par leur densité, par leur richesse et par leur diversité spécifique.

8.1. Abondance (ni)

-C'est le nombre d'individus d'une espèce.

8. 2. Richesse

8. 2. 1. Richesse totale (S)

La richesse totale est le nombre total des espèces recensées dans un peuplement.

8. 2. 2. Richesse moyenne (s)

C'est la moyenne des richesses stationnelles ou richesse par relevé. Ce paramètre exprime le nombre d'espèces les plus représentatives du milieu au sens de la fréquence de leur présence.

8. 2. 3. La fréquence d'occurrence ou centésimale

C'est le pourcentage du nombre de relevés où une espèce est présente sur le nombre total de relevés. On considère qu'une espèce est accidentelle ($F < 25\%$), accessoire ($25\% < F < 50\%$), régulière ($50\% < F < 75\%$), constante ($75\% < F < 100\%$), omniprésente ($F = 100\%$).

$$F = n'_i / N \times 100$$

n'_i : Nombre de relevés dans lequel l'espèce i est présente.

N : Nombre total de relevés.

9. Les indices écologiques de structure

-Les indices de structure montrent l'aspect qualitatif de l'entomofaune étudiée. Il s'agit de la diversité de Shannon-Weaver, de l'équipartition, de l'indice de concentration.

9. 1. Indice de diversité de SHANNON

-Cet indice a été utilisé dans le but de déterminer les modifications des peuplements et de suivre leur évolution au cours de temps. Parmi les indices disponibles (Margaleff, Simpson) permettant d'exprimer la structure du peuplement, nous avons retenu celui de (Shannon & Weaver, 1949).

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i \quad \text{où } p_i = n_i / N \quad \text{avec } \log_2 p_i = \log p_i \times 3,322$$

-La diversité d'un peuplement exprime le degré de complexité de ce peuplement. Elle s'exprime par un indice qui intègre à la fois, la richesse du peuplement et les abondances spécifiques.

n_i Effectif de l'espèce i .

N : Effectif total du peuplement.

H' est exprimé en Bit (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'espèces pour un grand nombre d'individus, soit à un peuplement dans lequel il y a une espèce dominante.

- * Les valeurs varient entre 0 ou 0,5 à 4,5
- * 0 et 0,5: communauté composée d'une seule espèce ($\log$ de 1 = 0)
- * Si $H' < 1.5$: peuplement dominé quantitativement par une ou q espèces: stade jeune d'un écosystème.
- * $H' > 2.5$: évolution temporelle du peuplement.
- * Les valeurs commencent à se stabiliser aux alentours de 3,5 à 4.

9. 2. L'équitabilité ou équipartition

-Des peuplements à physionomie très différente peuvent ainsi avoir la même diversité. Il est donc nécessaire de calculer parallèlement à l'indice de diversité H' , l'équitabilité (E) en rapportant la diversité observée à la diversité théorique maximale ($H'_{\max}$).

$$E = H' / H'_{\max} \text{ où } H'_{\max} = \log_2 S$$

-L'équitabilité varie de 0 à 1, elle tend vers 0 quand la quasitotalité des effectifs est concentrée sur une espèce, elle tend vers 1 lorsque toutes les espèces ont une même abondance, cas théorique dans la mesure où il existe toujours des espèces rares dans un peuplement.

10. Analyse statistiques des données

La composition spécifique a aussi été décrite par des analyses multi-variées. Dans le cas de notre travail, nous nous sommes initiés à la réalisation des AFC (Analyse Factorielle des correspondances). En effet, les associations d'hydracariens et les relations espèces-paramètres des quatre stations (mare El-Gouréate, mare du Mellah, lac Oubeïra et lac Tonga) ont été mises en évidence de manière synthétique à l'aide de l'analyse en composantes principales (ACP) avec XLSTAT (2014)

Chapitre III. Résultats

1. L'identification taxonomique des espèces

On a identifié les espèces collectés en utilisant des différents critères morphométriques et anatomiques. Cette étude a été réalisée selon les clés d'identifications de Cook (1974), Krantz (1978), Smith (1976, 1987) et Proctor (2006), pour la détermination des familles et espèces. L'étude taxinomique des hydracariens a mis en évidence 9 espèces regroupées en 5 familles, de plus on a contacté des acarologistes tels que **Mr Smith I.M. de Canada, Reinhard Gerecke d'Allemagne et Antonio Di Sabatino de l'Aquila en Italie** pour nous confirmer les espèces trouvées et ont à décrivant leur position systématique au sein du règne animal est la suivante.

Embranchement: Arthropoda

Sous-embranchement: Arachnida

Classe: Acari

Ordre: Trombidiforme

Sous ordre: Hydracarina (Hydrachnellae)

1. Family Pionidae

-*Piona alpicola*

-*Piona nodata*

-*Hydrochoreutes intermeduis*

2. Family Hydrodromidae

-*Diplodontus* sp.

3. Family Eylaidae

-*Eylais hamata*

-*Eylais* sp.

4. Family Hydrachnidae

-*Hydrachna globosa*

5. Family Arrenuridae

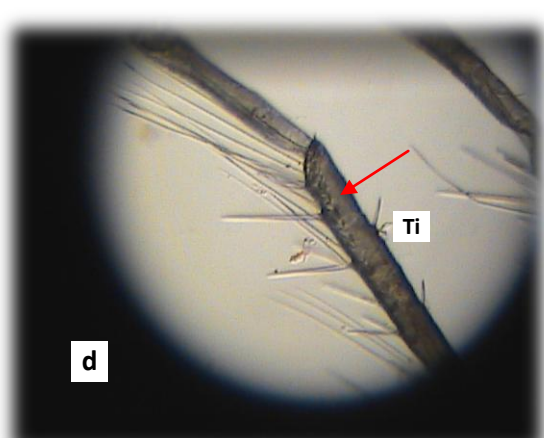
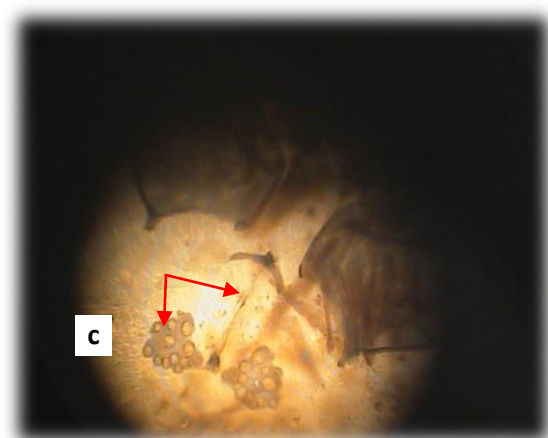
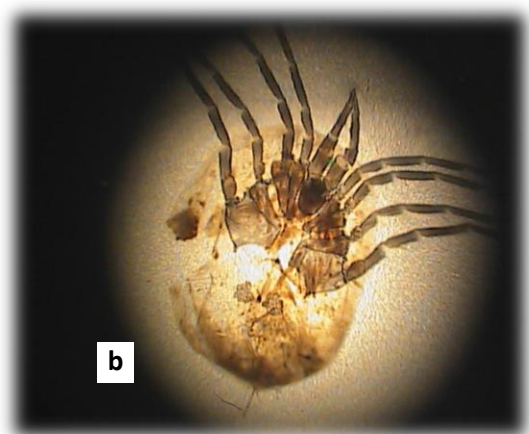
-*Arrenurus novus*

-*Arrenurus batillif*

1. 1. Famille Pionidae

1. 1. 1. *Piona alpicola*

-La longueur du corps de l'adulte est 1.4 mm environ, une forme ovale un peu tronquée à l'extrémité postérieure d'une couleur orange vive, le palpe est épais à la base, sa longueur est plus de 0,5 mm. Les yeux sont bruns foncés. Les coxa sont bien écartés. Chez la femelle, la région génitale spécifique porte 12 acetabula localisées de chaque côté de l'orifice génital. Un grand nombre de soies sur les jambes, notamment le cinqième segment (nommé tibia) de la troisième jambe (Figure 22 d). Chez le mâle, le segment 4 (nommé genou) de la quatrième jambe est échancré (Figure 22 e). Les œufs ont été pondus en rangées ordonnées qui contenaient habituellement de 5 à 200 œufs.



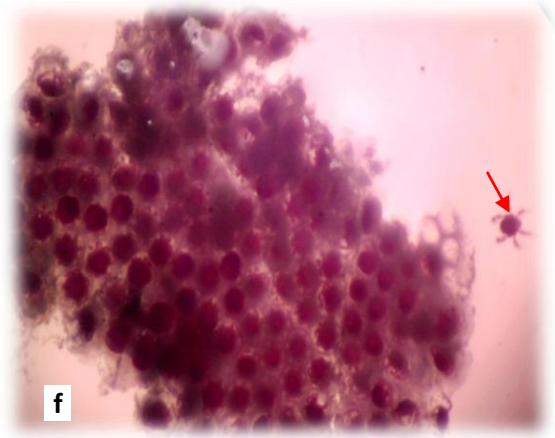


Figure 22: *Piona alpicola*

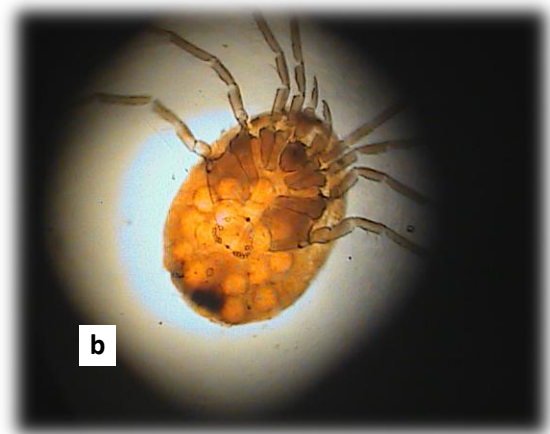
Femelle: a- vue dorsale (Gr. X 150), b- vue ventrale (Gr. X 150), c- plaque génitale (Gr. X 265), d- soies du tibia(Ti) (Gr. X 100);

Mâle: e- genou du patte IV (Gr. X 150),

f- amas d'œufs et une larve juste après l'éclosion (Gr. X 1000).

1. 1. 2. *Piona nodata* femelle

-Pour la femelle, 7 à 20 acétabula de chaque côté sont intégrés dans les plaques de cotyle. Les plaques acétabulaires sont confinées à la région latérale du gonopore. Le segment IV du palpe porte deux tubercules de soies saillantes sur sa surface ventrale, les palpes non modifiés (Figure 23).



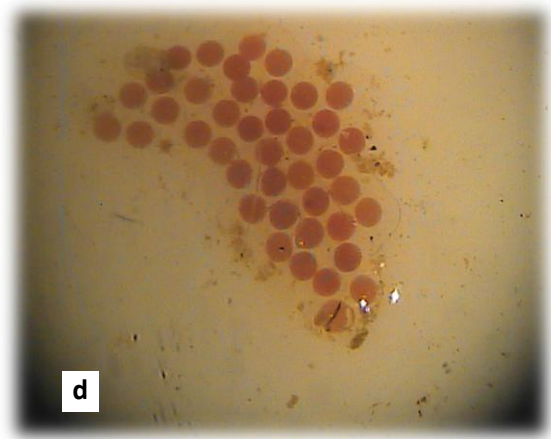
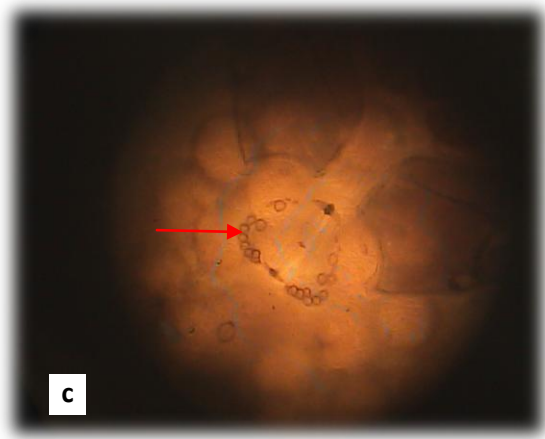


Figure 23: *Piona nodata* femelle: a- vue dorsale (Gr. X 150), b- vue ventrale (Gr. X 150)
c- plaque génitale (Gr. X 270), d- amas d'œufs (Gr. X 215).

1. 1. 3. *Hydrochoreutes intermedius*

-L'étude a été faite que pour le mâle, généralement, trois paires d'acétabula génital sont présentes, Le genou de la troisième jambe est modifié.

-Le pétiole est postérieur à la plaque génitale. Les segments de pédipalpe sont relativement longs et fins.

-Le segment IV du palpe est aussi long que les trois segments proximaux combinés et portant plus de 10 soies sur la surface ventrale. Les coxa en groupes de quatre (Figure 24).

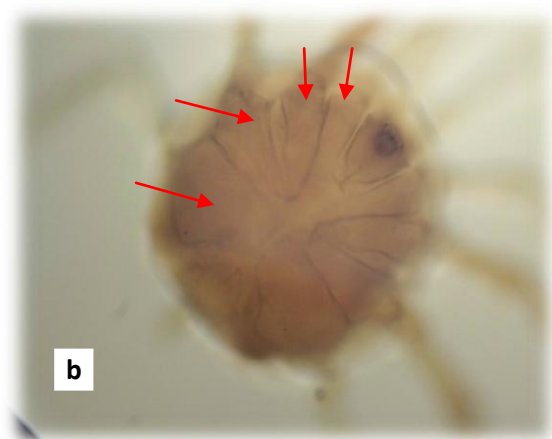


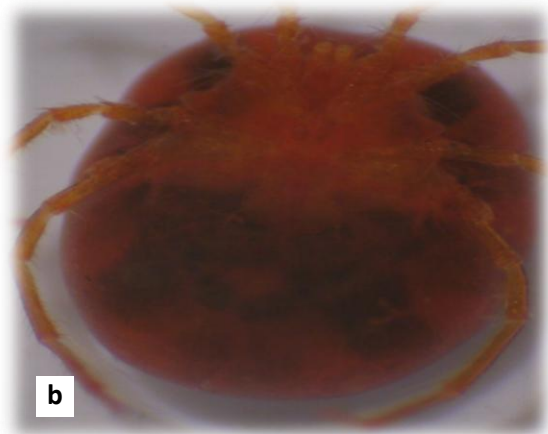


Figure 24: *Hydrochoreutes intermedius* mâle: a- vue ventrale (Gr. X 258), b- coxa (Gr. X 255)
c: plaque génitale (Gr. X 263),
d: genou de la patte III (Gr. X 250).

1. 2. Famille Hydrodromidae

1. 2. 1. *Diplodontus* sp.

-Les coxa sont petits et étroits dans des blocs largement séparés. Les plaques génitales sont compactes, légèrement incurvées, qui s'étendent sur toute la longueur de roulement d'une fente génitale et portent 80 acetabula localisées de chaque côté. Le corps est habituellement rouge vif, rarement brunâtre, de longueur 2 mm. L'extension dorso-distale du tibia du pédipalpe est relativement longue (Figure 25).



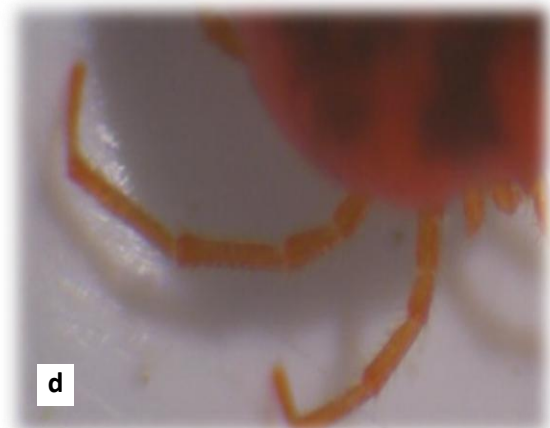
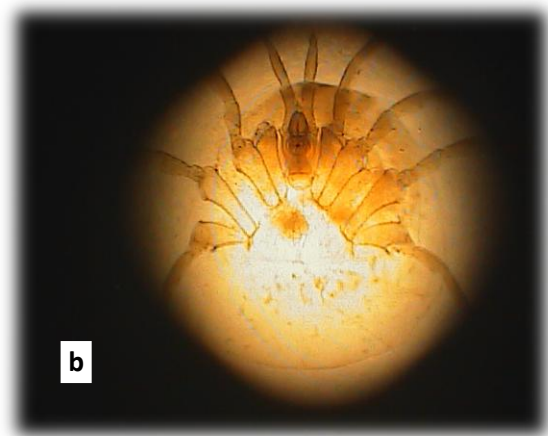


Figure 25: *Diplodontus* sp. femelle: a- vue dorsale (Gr. X 257), b: vue ventrale (Gr. X 257)
c- plaque génitale (Gr. X 255), d- pattes I & II (Gr. X 257).

1. 3. Famille Eylaidae

1. 3. 1. *Eylais hamata* femelle

-Le pont oculaire est étroit, plus long que la largeur de la capsule de l'œil, les frontières avant et arrière du pont sont irrégulièrement sinueuses, deux soies sont présentes sur les deux extrémités du pont à la proximité des capsules. La couleur du corps est rouge, ayant une longueur maximale de 4 mm. La longueur du pont peut être environ la moitié de la longueur des capsules. Les deux premiers segments des palpes sont beaucoup plus larges et distaux à l'extrémité proximale. Le troisième et le quatrième segment sont entièrement parallèles. Le cinquième segment s'effile vers l'extrémité distale. L'extrémité intérieure de la seconde paire du coxa est large et est dirigé vers l'arrière. La plaque génitale est dépourvue de ventouses. Les paires de pattes sont garnies de soies natatoires (Figure 26).



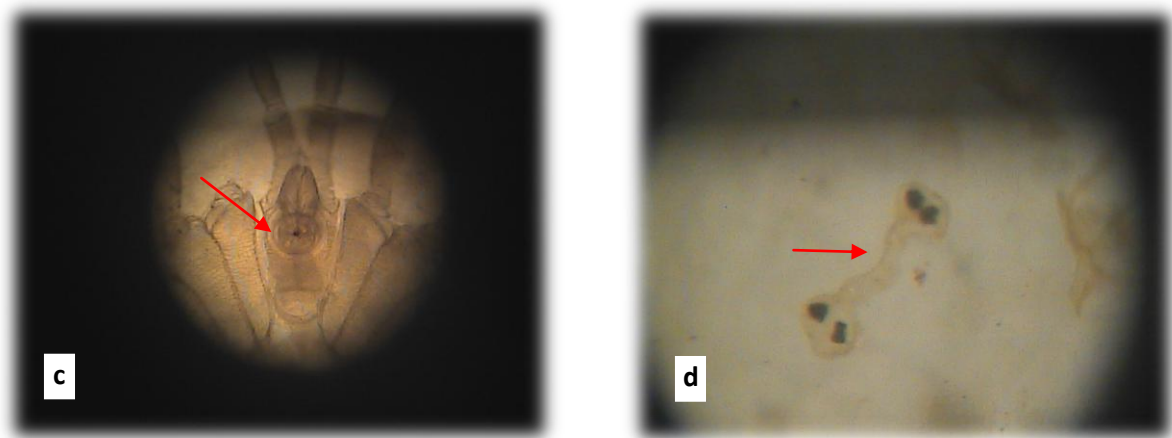


Figure 26: *Eylais hamata* femelle: a- vue dorsale (Gr. X 262), b- vue ventrale (Gr. X 256)
c- pièce buccale (Gr. X 272), d- plaque oculaire (Gr. X 267).

1. 3. 2. *Eylais* sp.

-Les capsules latérales de l'œil sont fusionnées au milieu d'une plaque commune. Les lentilles de la plaque oculaire sont bien séparées les unes des autres sur leurs côtés respectifs, la plaque de l'œil portant une paire de soies (Figure 27).

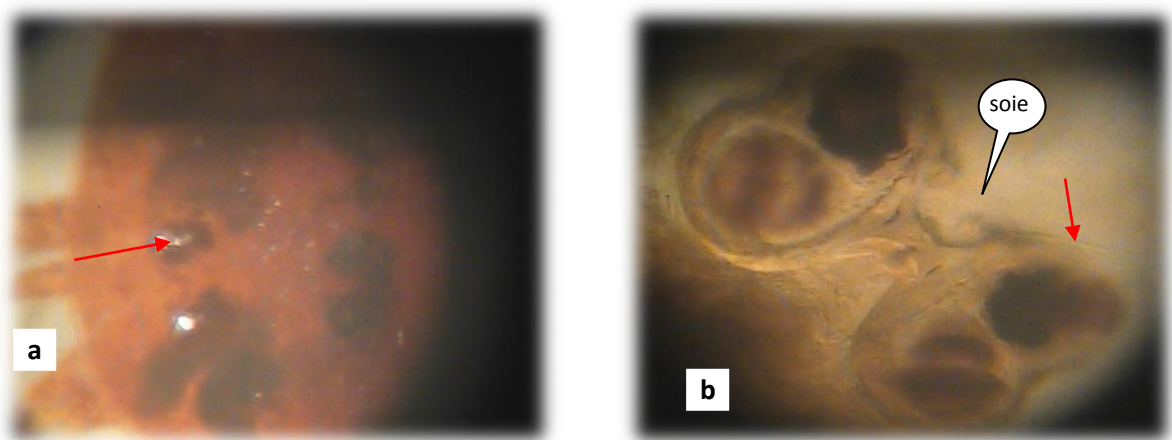


Figure 27: *Eylais* sp. femelle: a & b plaques oculaires (Gr. X 254).

1. 4. Famille Hydrachnidae

1. 4. 1. *Hydrachna globosa* femelle

-L'œil médian est présent sur le pont entre les plaques; le corps est rouge vif d'environ 2,5 mm de longueur. Le rostre est long, presque aussi long que les palpes, les plaques génitales ayant de

nombreux petits acetabula, des plaques dorsales scléreuses sont présentes derrière les yeux. Le pore excréteur est situé sur un petit sclérite. Un ventre mou chez les deux sexes (Figure 28).

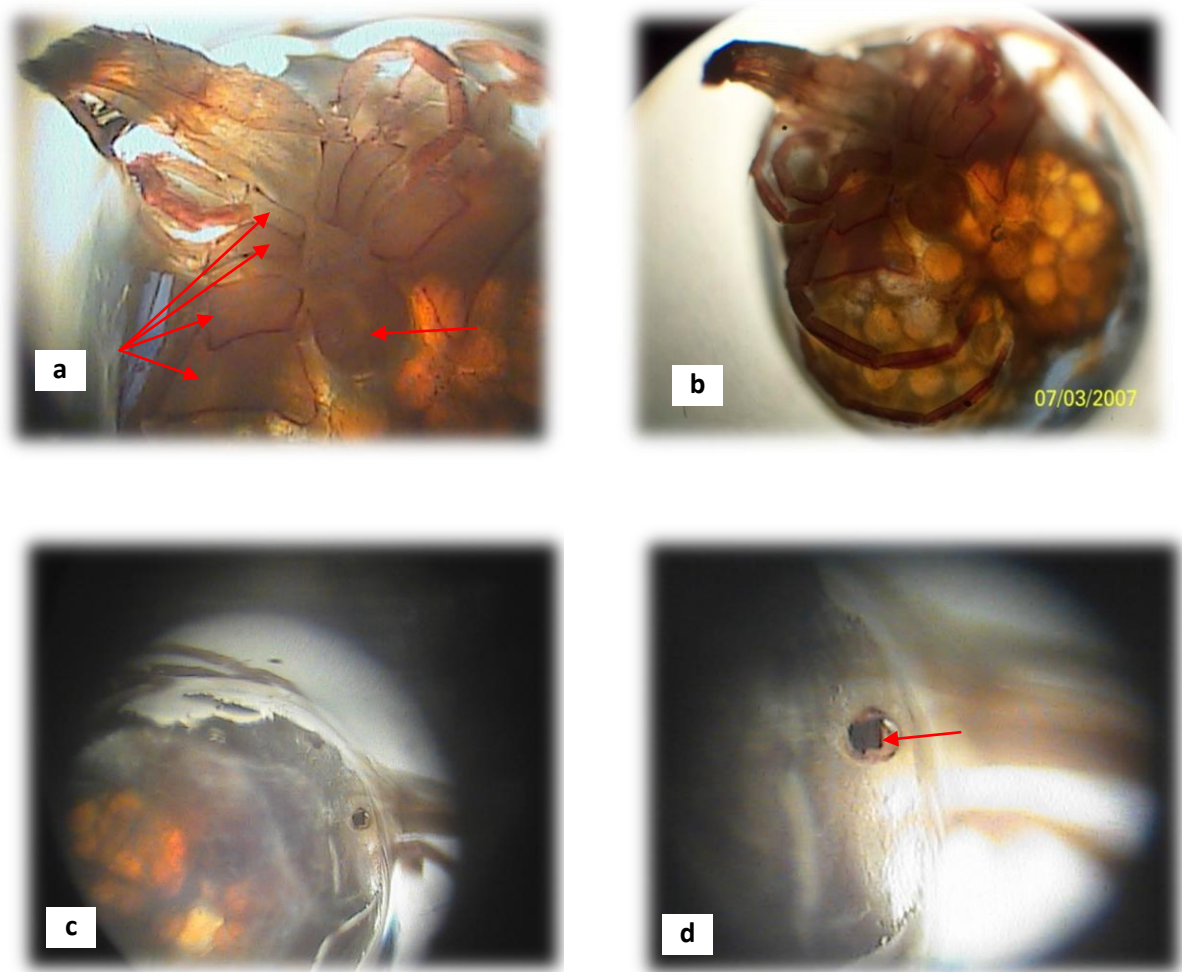


Figure 28: *Hydrachna globosa* femelle: a- coxa(Gr. X 256) & plaque génitale(Gr. X 268), b- vue ventrale (Gr. X 255), c & d- plaque oculaire (G r. X 276).

1. 5. Famille Arrenuridae

1. 5. 1. *Arrenurus batillifer* mâle

-Le pétiole a une structure ovale, large vers l'extrémité, il y a 2 monticules non jointes aux extrémités, inclinées vers les côtés. La largeur du segment 4 du palpe est identique en antérieure comme en postérieure. Une répartition du nombre des soies sur les cinq segments du palpe est 1, 6, 4, 5 et 1. Il y a

deux groupes de coxa, le segment 6 de la 3^{ème} jambe porte un certain nombre de longues soies (Figure 29).

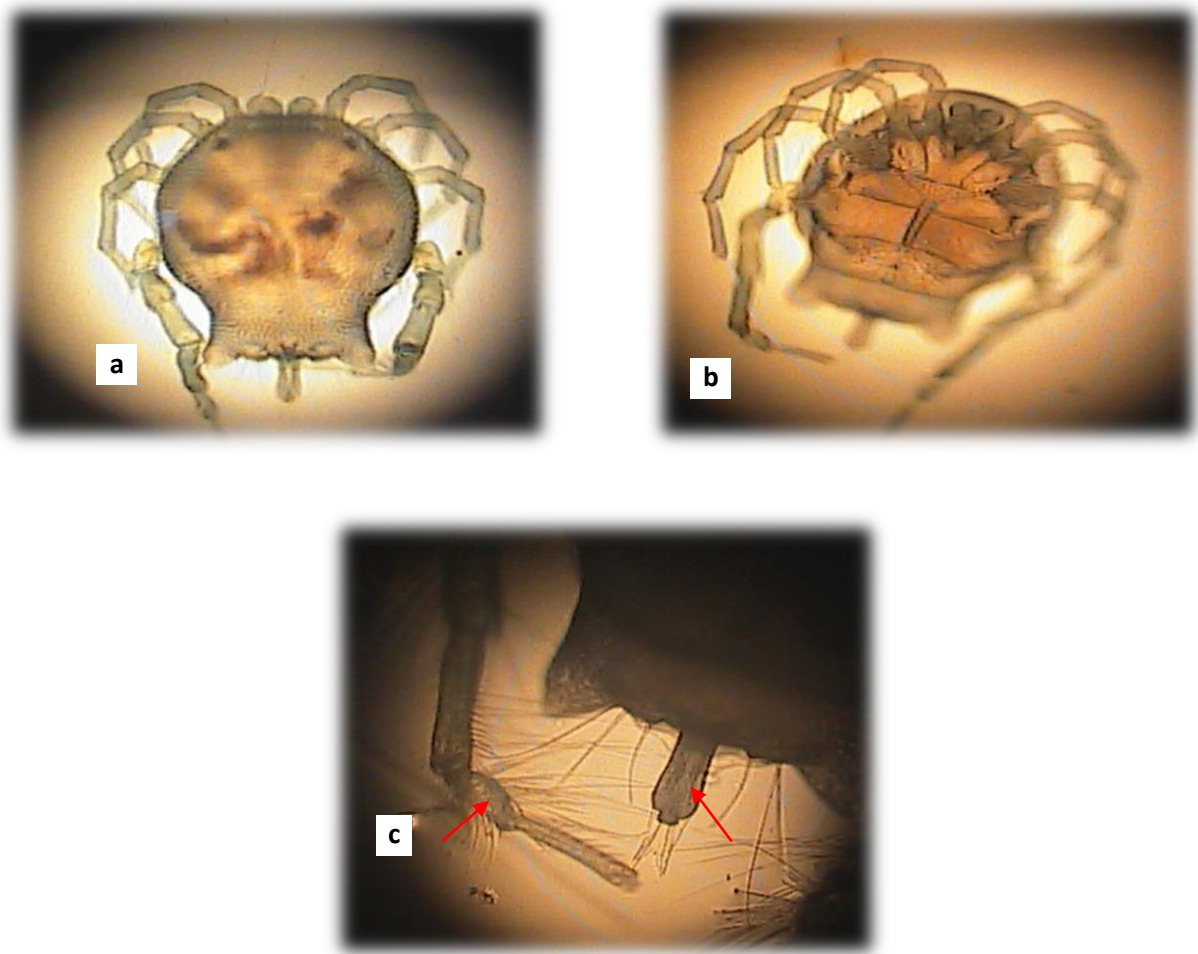


Figure 29: *Arrenurus batillifer* mâle: a- vue dorsale, b- vue ventrale (Gr. X 264),
c- plaque génitale (Gr. X 280), tibia de la patte IV (Gr. X 266).

1. 5. 2. *Arrenurus novus*

-L'espèce se caractérise par la présence d'une carapace dorsale recouvrant les tiers du corps; celui-ci est oval d'une longueur de 1.2mm, de poils courts sur le deuxième segment du palpe. Des plaques génitales longues portent des acitabuta dsitinctes. Chez le mâle, la région postérieure présente un pétiole spécifique (Figure 30).

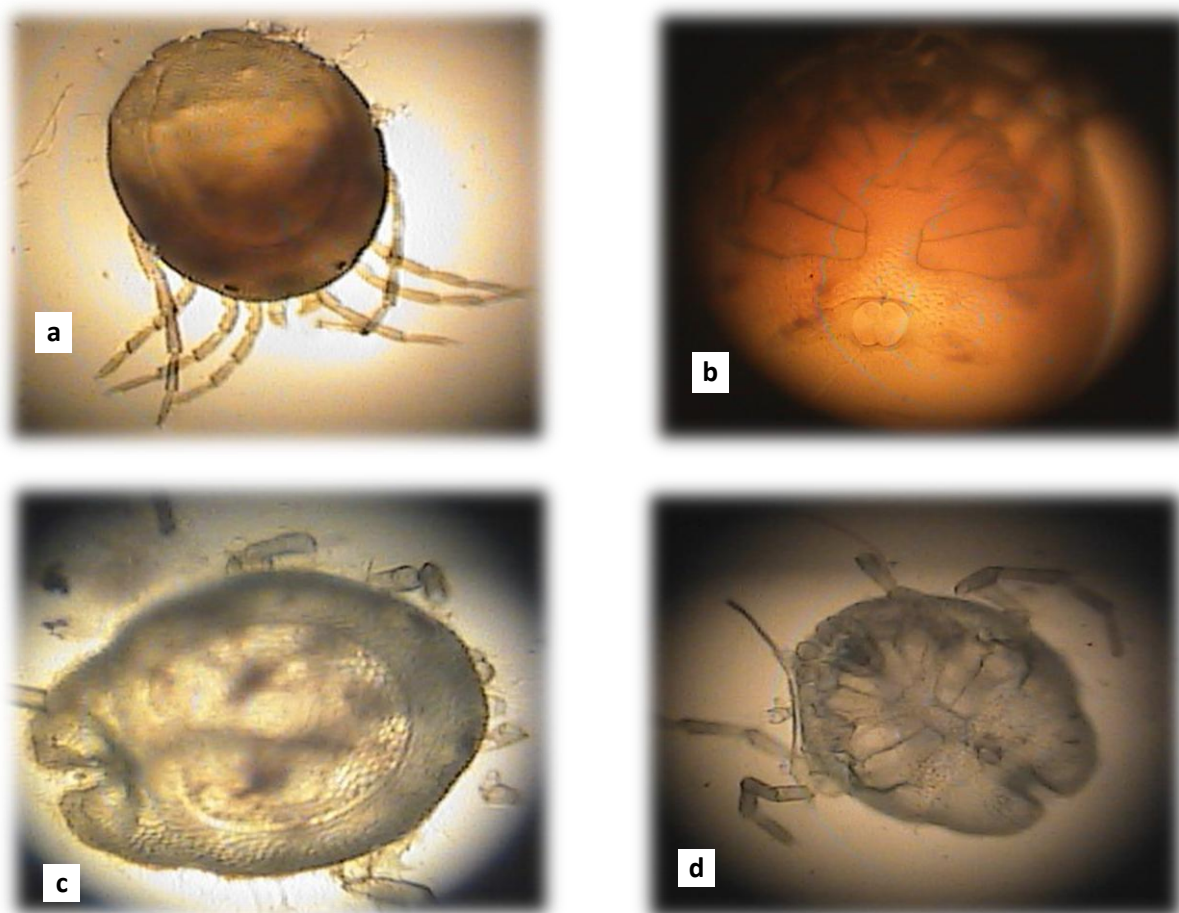


Figure 30: *Arrenurus novus*: femelle: a- vue dorsale (Gr. X 249), b: vue ventrale (Gr. X266);
Mâle: c- vue dorsale (Gr. X 245), d- vue ventrale (Gr. X 260).

2. Caractéristiques biométriques

2. 1. Mare d'El-Gouréate

-Dans la mare d'El-Gouréate, 107 individus ont été collectés, c'est *Eylais hamata*, une espèce qui domine numériquement tous les espèces avec 23 % (25 individus), suivi par *Piona alpicola* avec un pourcentage égal à 19 % (20 individus), (Tableau 3).

Tableau 3: Répartition annuelle des espèces d'hydracariens dans la mare d'El-Gouréate.

Espèces	El-Gouréate	
	Total	%
<i>Piona alpicola</i>	20	19
<i>Piona nodata</i>	8	7
<i>Hydrochoreutes intermedius</i>	6	6
<i>Diplodontus sp.</i>	5	5
<i>Eylais hamata</i>	25	23
<i>Eylais sp.</i>	14	13
<i>Arrenurus batillifer</i>	10	9
<i>Arrenurus novus</i>	15	14
<i>Hydrachna globosa</i>	4	4
Total	107	100

2. 2. Mare du Mellah

Dans la mare du Mellah, le nombre total collecté est de 87 spécimens. *Piona alpicola* espèce numériquement dominante avec 24 % (21 individus), suivi de près par *Eylais hamata* 23 % (20 individus). La troisième espèce dans l'ordre des abondances, est *Arrenurus novus* 17 % (15 individus) du peuplement. *Hydrachna globosa* a le plus faible pourcentage 2 % (Tableau 4).

Tableau 4: Répartition annuelle des espèces d'hydracariens dans la mare du Mellah.

Espèces	Mellah	
	Total	%
<i>Piona alpicola</i>	21	24
<i>Piona nodata</i>	8	9
<i>Diplodontus sp.</i>	5	6
<i>Eylais hamata</i>	20	23
<i>Eylais sp.</i>	10	12
<i>Arrenurus batillifer</i>	6	7
<i>Arrenurus novus</i>	15	17
<i>Hydrachna globosa</i>	2	2
Total	87	100

2. 3. Lac Oubeïra

Dans le lac Oubeïra, l'habitat dans lequel l'effectif global est plus faible 35 individus (Tableau 5). Nous remarquons que l'effectif faible est lié à la présence d'une seule famille avec deux espèces. En effet, l'espèce dominante *Eylais hamata* est de 75 %, pour la seconde espèce *Eylais sp.* on a 26 % (09 individus) du peuplement (Tableau 5).

Tableau 5: Répartition annuelle des espèces d'hydracariens dans le lac Oubeïra.

Espèces	Oubeïra	
	Total	%
<i>Eylais hamata</i>	26	74
<i>Eylais sp.</i>	9	26
Total	35	100

2. 4. Lac Tonga

Dans le lac Tonga, nous avons collecté 63 individus (Tableau 6), c'est *Piona alpicola* qui domine numériquement toutes les espèces avec 38 % (24 individus), suivi par *Piona nodata* avec un pourcentage égal à 22 % (14 individus). Notons par ailleurs, que *Eylais sp.* a été observé qu'accidentellement avec 2 individus collectés.

Tableau 6: Répartition annuelle des espèces d'hydracariens dans le lac Tonga.

Espèces	Tonga	
	Total	%
<i>Piona alpicola</i>	24	38
<i>Piona nodata</i>	14	22
<i>Hydrochoreutes intermedius</i>	7	11
<i>Eylais sp.</i>	2	3
<i>Arrenurus batillifer</i>	4	7
<i>Arrenurus novus</i>	8	13
<i>Hydrachna globosa</i>	4	6
Total	63	100

Dans les trois stations, on a deux mares: Celles d'El-Gouréate, Mellah et un lac celui d'Oubeïra, c'est la famille Eylaidae qui domine les peuplements. En effet, la station du lac Tonga présente la famille pionidae avec un pourcentage de 71 %.

3. Caractéristiques physiques des stations

3. 1. Mare d'El-Gouréate

En général, La moyenne mensuelle des données physiques de la mare d'El-Gouréate est représentée par la moyenne maximale du pH au mois de juillet qui est de 7,21 et une valeur minimale de 5,44. La température de l'eau varie de 12,85 °C à 31,45 °C, avec une conductivité maximale qui est de l'ordre de 586 µs/cm et une minimale de 364,5 µs/cm. D'autre part les valeurs de la température de l'air sont comprises entre une valeur minimale 14,6 °C et une valeur maximale de 32,6 °C, pour l'humidité on a enregistré une valeur élevée de 60,30 % et une valeur minimale de 40,5 % (Tableau 7).

Tableau 7: *Moyenne mensuelle des données physiques dans la mare d'El-Gouréate (2007-2009).*

Mois Paramètres	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Sep	Oct
T° air(°C)	19,5	17,75	14,6	15,6	19,1	19,95	21,8	31,45	32,6	24	25,35
Humidité(%)	43,35	44	51,75	53,6	40,5	58,2	57,2	42	53	59	60,3
T° eau (°C)	15,1	13,1	12,85	16,05	16,45	17,8	17,8	28,15	31,45	22	23,35
pH	6,3	6,45	5,85	6,84	6,74	5,44	6,52	6,61	7,21	7,2	6,88
Conductivité (µs/cm)	372	364,5	453	500,5	586	410,5	459,6	486	504,5	430	436,5

3. 2. Mare du Mellah

La moyenne mensuelle des données physiques de la mare du Mellah est représentée par les valeurs du pH variant de 6,82 à 7,61 montrant que l'eau est alcaline. La température de l'eau varie de 12,25°C à 27,3°C, avec une conductivité maximale de 1177.5 µs/cm et une minimale de 550 µs/cm. D'autre part les valeurs de la température d'air enregistrent une valeur minimale de 15,10 °C et une valeur maximale de 34,35°C, pour l'humidité on a noté une valeur élevée de 66,40 % et une valeur minimale de 41,05 % (Tableau 8).

Tableau 8: *Moyenne mensuelle des données physiques dans la mare du Mellah (2007-2009).*

Mois Paramètres	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Sep	Oct
T°air(°C)	17,75	15,9	18,6	15,1	18,05	20,4	23,2	34,35	32	25	22,3
Humidité (%)	50,45	49,5	45,4	57	41,05	61	60,8	46	55	57	66,4
T° eau(°C)	14,5	12,25	13,6	12,75	13,55	15,6	18,6	27,3	27	23	19,3
pH	6,87	7,44	7,61	7,06	7,49	7,12	7,1	7,12	7,05	6,82	6,77
Conductivité (µs/cm)	717	663,5	711,5	735,56	855,5	684	783,5	1177,5	814	550	600

3. 3. Lac Oubeïra

La moyenne mensuelle des données physiques du lac Oubeïra a enregistré des valeurs du pH variant de 8,29 à 7,12. La température de l'eau varie d'une valeur minimale de 14,30 °C à une valeur maximale de 31,5 °C. Au mois de Juillet, la conductivité a atteint une valeur maximale de 800,5 µs/cm et une minimale de 453 µs/cm. D'autre part les valeurs de la température d'air avaient une valeur minimale 15,30 °C et une valeur maximale de 36,6 °C, pour l'humidité on a enregistré une valeur minimale de 39,80 % et une valeur maximale de 59,25 % (Tableau 9).

Tableau 9: *Moyenne mensuelle des données physiques dans le lac Oubeïra (2007-2009).*

Mois Paramètres	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Sep	Oct
T° air(°C)	19,2	20	23,5	20	15,3	19,6	26,7	36	36,6	30	21
Humidité (%)	58	46,6	45,9	50,3	39,8	59,25	56,5	46,25	48,65	52	59,05
T°eau(°C)	14,3	12,85	18,5	14,6	15,95	16,75	19,6	31,5	30,25	25	21,9
pH	7,68	7,14	7,36	7,98	8,29	7,57	7,7	7,3	7,55	7,12	7,37
Conductivité (µs/cm)	481,7	525,5	551	508	611,5	453	529,5	607	800,5	659	604

3. 4. Lac Tonga

La moyenne mensuelle des données physiques du lac Tonga a enregistré des valeurs du pH variant de 8,05 à 6,82. La température de l'eau varie d'une valeur minimale de 13,40 °C à une valeur maximale de 30,30 °C. D'autre part les valeurs de la température d'air varient entre une valeur minimale 14,95 °C et une valeur maximale de 35,75 °C, ce qui montre que les valeurs de l'humidité sont entre 36,35 % et 60,90 %. En effet, la conductivité a atteint une valeur maximale de 930 µs/cm au mois de septembre et une valeur minimale de 433,5 µs/cm au mois d'avril (Tableau 10).

Tableau 10: Moyenne mensuelle des données physiques dans le lac Tonga (2007-2009).

Mois Paramètres	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Sep	Oct
T°air (°C)	17,75	14,95	20,65	18,35	21,5	24,5	26,5	34,25	35,75	30	26
Humidité (%)	46,1	50,95	47,5	47,05	36,35	56	50,15	44,05	50	54	60,9
T° eau(°C)	14,7	13,4	22,1	14,7	16,8	16,85	19,1	28,3	30,3	25	21,95
pH	6,82	7,05	6,91	7,54	7,16	7,18	7,35	8,05	6,88	7,04	7,04
Conductivité (µs/cm)	512	599,5	892,5	628	522	433,5	448	451,5	633	930	843,5

4. Caractéristiques chimiques des stations

4. 1. Mare d'El-Gouréate

La moyenne mensuelle des données chimiques de l'eau dans la mare d'El-Gouréate indique que les valeurs de nitrites sont entre 0,01 mg/ml et 0,055 mg/ml. Pour le phosphate, la valeur minimale est de 0,2 mg/ml et la valeur maximale est de 1,55 mg/ml, également la valeur maximale pour l'ammonium est 1,55 mg/ml mais la valeur minimale de 0,1 mg/ml (Tableau 11).

Tableau 11: Moyenne mensuelle des données chimiques de l'eau dans la mare d'El-Gouréate(2007-2009).

Mois Paramètres	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Sep	Oct
NO ₂ (mg/ml)	0,055	0,04	0,01	0,015	0,01	0,055	0,055	0,022	0,02	0,01	0,022
PO ₄ (mg/ml)	0,2	0,4	1,55	0,3	0,2	0,25	0,3	1,15	0,4	0,2	0,2
NH ₄ ⁺ (mg/ml)	1,55	0,75	1,55	1,55	1,55	1,55	0,4	0,12	0,1	0,1	0,1

4. 2. Mare du Mellah

La moyenne mensuelle des données chimiques de l'eau dans la mare du Mellah indique que les valeurs de nitrites sont entre 0,26 mg/ml et 0,01 mg/ml. Pour le phosphate, la valeur minimale est de 0,40 mg/ml et la valeur maximale de 3,75 mg/ml. Les valeurs d'ammonium sont similaires à celles de la mare d'El-Gouréate (Tableau 12).

Tableau 12: Moyenne mensuelle des données chimiques de l'eau dans la mare du Mellah(2007-2009).

Mois Paramètres	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Sep	Oct
NO ₂ (mg/ml)	0,02	0,1	0,02	0,15	0,26	0,062	0,022	0,022	0,025	0,02	0,02
PO ₄ (mg/ml)	0,47	0,4	2,85	0,47	1,25	1,3	0,62	3,75	1,5	0,8	2,0
NH ₄ ⁺ (mg/ml)	0,1	0,15	0,1	0,35	1,55	0,17	0,1	0,1	0,1	0,15	0,1

4. 3. Lac Oubeïra

La moyenne mensuelle des données chimiques de l'eau dans le lac Oubeïra montre que les valeurs de nitrites varient entre 0,015 mg/ml et 0,1 mg/ml. Pour le phosphate, la valeur minimale est de 0,15 mg/ml et la valeur maximale est de 1 mg/ml. La valeur maximale pour l'ammonium a atteint 0,17 mg/ml et une valeur minimale de 0,1mg/ml (Tableau 13).

Tableau 13: *Moyenne mensuelle des données chimiques de l'eau dans le lac Oubeïra (2007-2009).*

Mois Paramètres	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Sep	Oct
NO ₂ ⁻ (mg/ml)	0,1	0,015	0,02	0,02	0,085	0,025	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02
PO ₄ ⁻ (mg/ml)	0,2	0,15	0,15	0,55	0,4	0,27	0,32	0,42	0,9	1	0,75
NH ₄ ⁺ (mg/ml)	0,1	0,12	0,1	0,17	0,1	0,1	0,1	0,12	0,1	0,1	0,1

4. 4. Lac Tonga

La moyenne mensuelle des données chimiques de l'eau dans le lac Tonga a donné les valeurs de nitrites qui sont comprises entre 0,01 mg/ml et 0,1 mg/ml. Pour le phosphate, la valeur minimale est de 0,15 mg/ml et la valeur maximale est de 1,55 mg/ml. Pour les valeurs d'ammonium on a enregistré pendant toute la période d'étude la même valeur de 0,1 mg/ml (Tableau 14).

Tableau 14: *Moyenne mensuelle des données chimiques de l'eau dans le lac Tonga (2007-2009).*

Mois Paramètres	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Sep	Oct
NO ₂ ⁻ (mg/ml)	0,06	0,06	0,015	0,015	0,1	0,01	0,015	0,01	0,1	0,01	0,08
PO ₄ ⁻ (mg/ml)	1,55	0,15	0,25	0,22	0,22	0,2	0,3	0,35	1,1	1	0,4
NH ₄ ⁺ (mg/ml)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

5. Etude statistique

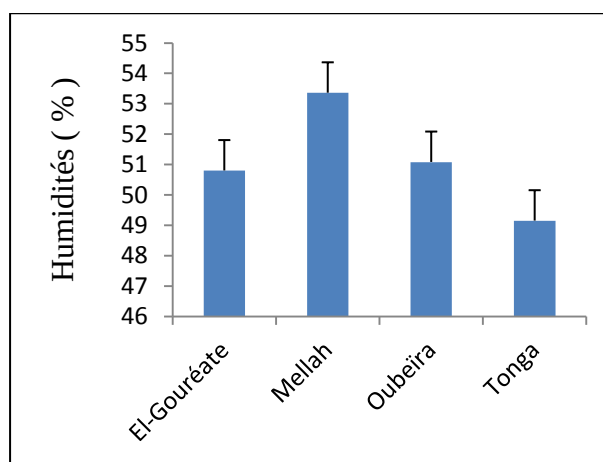
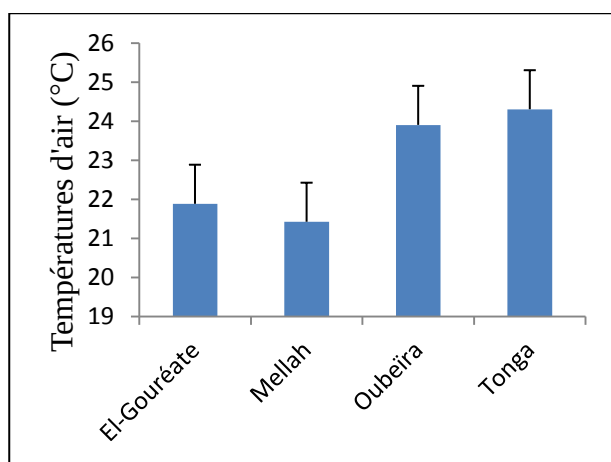
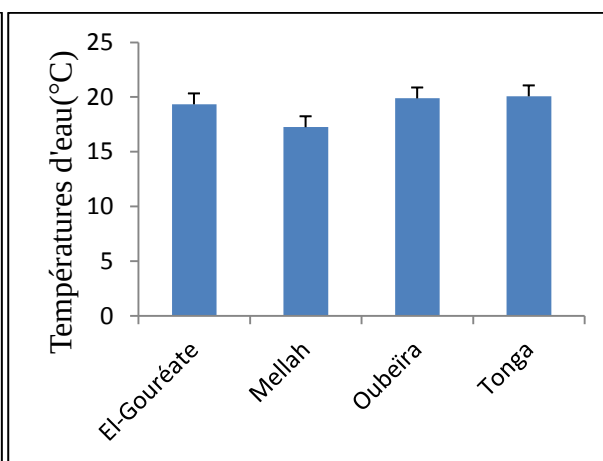
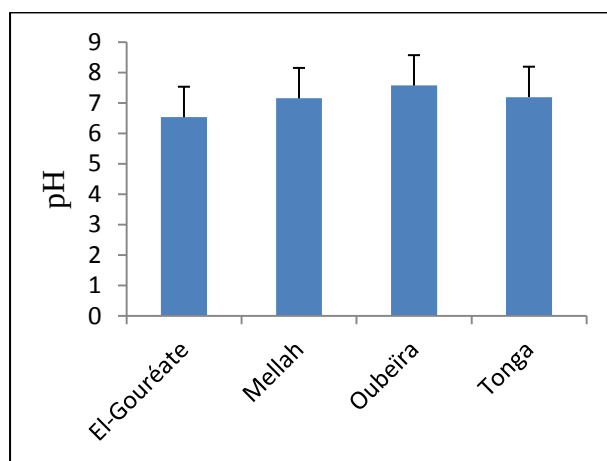
5. 1. Paramètres physico-chimiques des stations

La comparaison des paramètres physico-chimiques dans les quatre stations d'étude montre qu'elle a une influence sur l'abondance des espèces (Figure 31). Le pH est en général neutre ou légèrement acide, en effet, les valeurs varient de 7,57 à 6,53. Concernant les températures de l'eau et de l'air, des valeurs maximales au lac Tonga et des valeurs minimales à la mare du Mellah. Pour l'humidité et la conductivité, les valeurs maximales sont enregistrées dans la mare du Mellah. Concernant les ions,

pour le NO_2^- , on a une légère variation entre 2,9 et 6,2 mg/ml, pour le PO_4^- , on a un maximum à la mare du Mellah. Pour le NH_4^+ , la variation est entre 0,1 et 0,88 mg/ml. On remarque que la plupart des valeurs élevées des paramètres sont enregistrées à la mare du Mellah qui a une abondance élevée de 5 familles et 8 espèces.

Tableau 15: Paramètres physico-chimiques des quatre stations (2007-2009).

Variables \ Stations	El-Gouréate	Mellah	Oubeïra	Tonga
pH	6,531 ± 0,704	7,15 ± 0,39	7,57 ± 0,68	7,19 ± 0,52
T°eau (°C)	19,34 ± 6,98	17,25 ± 5,57	19,88 ± 6,71	20,07 ± 6,28
T°atm (°C)	21,88 ± 6,59	21,42 ± 6,40	23,90 ± 6,38	24,30 ± 7,19
Humidité (%)	50,80 ± 10,39	53,36 ± 9,98	51,08 ± 9,86	49,15 ± 9,61
Conductivité (µs/cm)	456 ± 125	761 ± 214	571,5 ± 124,6	612,2 ± 210,5
NO_2^- (mg/ml)	2,9 ± 0,03	6,2 ± 0,01	4,7 ± 0,03	4,6 ± 0,06
PO_4^- (mg/ml)	0,48 ± 0,06	1,48 ± 0,04	0,44 ± 0,03	0,5 ± 0,07
NH_4^+ (mg/ml)	0,88 ± 0,02	0,28 ± 0,06	0,11 ± 0,03	0,10 ± 0,01
Nombre d'hydracariens	5,09 ± 4,37	4,35 ± 2,54	1,66 ± 0,4	3,5 ± 3



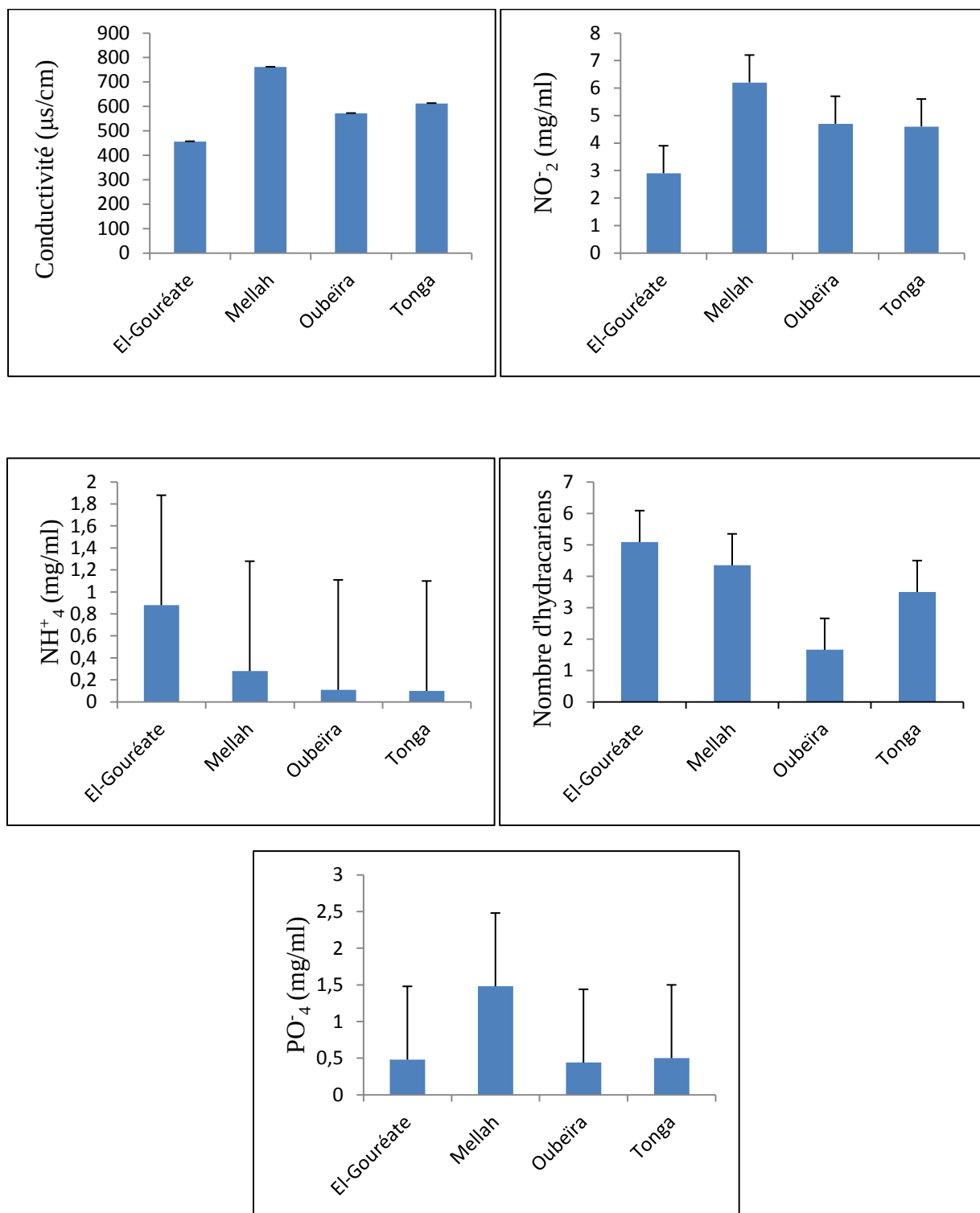


Figure 31: Paramètres physico-chimiques des quatre stations (2007-2009).

5. 2. Corrélation entre les paramètres physico-chimiques et le nombre d'hydrocarbures

5. 2. 1. Comparaison entre les saisons et les 9 variables dans les deux années pour chaque station

5. 2. 1. 1. Mare d'El-Gouréate

Les résultats du test d'analyse de la variance univariée modèle fixe, appliquée à chacune des 9 variables physico-chimiques et une variable relative au nombre des hydracariens, pour les deux années, figurent dans le tableau 16 lié à la mare d'El-Gouréate. Ils montrent une différence très hautement significative pour la température de l'eau et la température atmosphérique et une différence juste significative pour le nombre d'hydracariens, alors qu'aucune différence significative pour les: pH, Humidité, conductivité, NO_2^- , PO_4^- , NH_4^+ n'est enregistrée.

Tableau 16: *Analyse de la variance à un critère de classification modèle fixe de la comparaison entre les saisons et les 9 variables pour les deux années relatives dans la mare d'El-Gouréate.*

Variables	Sources de variation	ddl	SCE	CM	F obs	P
pH	saisons	3	1,54	0,51	1,05	0,39 ns
T° Eau (°C)	saisons	3	633,47	211,16	10,55	0,00***
T°Atm (°C)	saisons	3	639,30	213,10	15,72	0,00***
Humidité (%)	saisons	3	88,2	29,4	0,24	0,86 ns
Conductivité (µs/cm)	saisons	3	23849	7950	0,47	0,71 ns
NO_2^- (mg/ml)	saisons	3	0,001	0,0004	0,40	0,75 ns
PO_4^- (mg/ml)	saisons	3	1,49	0,49	1,18	0,34 ns
NH_4^+ (mg/ml)	saisons	3	4,02	1,34	0,86	0,48 ns
Nombre d'hydracariens	saisons	3	166,93	55,64	4,10	0,02*

5. 2. 1. 2. Mare du Mellah

Les résultats du test d'analyse de la variance à un critère de classification modèle fixe de la comparaison entre les saisons et les 9 variables pour les deux années d'études liées à la mare du Mellah dans le tableau 17 qui montrent une différence très hautement significative pour la température de l'eau et la température atmosphérique et une différence significative pour la conductivité et le nombre d'hydracariens.

Tableau 17: *Analyse de la variance à un critère de classification modèle fixe de la comparaison entre les saisons et les 9 variables pour les deux années dans la mare du Mellah.*

Variables	Sources de variation	ddl	SCE	CM	F obs	P
pH	saisons	3	0,88	0,29	2,11	0,11 ns
T° Eau (°C)	saisons	3	426,74	142,25	14,05	0,00***
T°Atm (°C)	saisons	3	591,16	197,05	16,92	0,00***
Humidité (%)	saisons	3	221	73,7	0,70	0,56 ns
Conductivité (µs/cm)	saisons	3	359698	119899	3,76	0,03*
NO_2^- (mg/ml)	saisons	3	0,03	0,01	0,65	0,59 ns
PO_4^- (mg/ml)	saisons	3	8,82	2,94	1,56	0,23 ns
NH_4^+ (mg/ml)	saisons	3	0,92	0,30	0,70	0,56 ns
Nombre d'hydracariens	saisons	3	40,91	13,64	2,67	0,08*

5. 2. 1. 3. Lac Oubeïra

L'examen du tableau 18 pour les résultats du test d'analyse de la variance à un critère de classification modèle fixe de la comparaison entre les saisons et les 9 variables pour les deux années au niveau du lac Oubeïra montre une différence très hautement significative pour la température de l'eau et la température atmosphérique et aucune différence significative pour les autres variables.

Tableau 18: *Analyse de la variance à un critère de classification modèle fixe de la comparaison entre les saisons et les 9 variables pour les deux années relatives dans le lac Oubeïra.*

Variables	Sources de variation	ddl	SCE	CM	F obs	P
pH	saisons	3	0,6815	0,2272	0,45	0,719 ns
T° Eau (°C)	saisons	3	645,22	215,07	14,34	0,000***
T°Atm (°C)	saisons	3	512,81	170,94	9,64	0,001***
Humidité (%)	saisons	3	317,43	105,81	1,11	0,374 ns
Conductivité (µs/cm)	saisons	3	91054	30351	2,35	0,109 ns
NO ₂ ⁻ (mg/ml)	saisons	3	0,006684	0,002228	1,63	0,221 ns
PO ₄ ⁻ (mg/ml)	saisons	3	0,5116	0,1705	1,26	0,320 ns
NH ₄ ⁺ (mg/ml)	saisons	3	0,004315	0,001438	1,21	0,336 ns
Nombre d'hydracariens	saisons	3	34,583	11,528	1,31	0,305 ns

5. 2. 1. 4. Lac Tonga

Les résultats de l'analyse de la variance à un critère de classification modèle fixe de la comparaison entre les saisons entre les 9 variables pour les deux années relatives du lac Tonga montrent une différence très hautement significative pour la température de l'eau et la température atmosphérique et aucune différence significative entre les autres variables mesurées.

Tableau 19: *Analyse de la variance à un critère de classification modèle fixe de la comparaison entre les saisons entre les 9 variables pour les deux années relatives dans le lac Tonga.*

Variables	Sources de variation	ddl	SCE	CM	F obs	P
pH	saisons	3	0,60	0,20	0,71	0,56 ns
T° Eau (°C)	saisons	3	445,51	148,50	7,33	0,002**
T°Atm (°C)	saisons	3	700,67	233,56	11,88	0,00***
Humidité (%)	saisons	3	135,9	135,9	45,3	0,72 ns
Conductivité (µs/cm)	saisons	3	265446	88482	2,42	0,10 ns
NO ₂ ⁻ (mg/ml)	saisons	3	0,003	0,001	0,21	0,88 ns
PO ₄ ⁻ (mg/ml)	saisons	3	2,26	0,75	1,61	0,22
NH ₄ ⁺ (mg/ml)	saisons	3	-	-	-	-
Nombred'hydracariens	saisons	3	69,13	23,04	2,21	0,12 ns

5. 2. 2. Analyse de la méthode de la plus petite différence significative p.p.d.s à chacune des 09 variables des quatre stations

L'application de la méthode de la plus petite différence significative p.p.d.s à chacune des 9 variables, durant les deux années d'études entre les stations a montré qu'il existe une différence très hautement significative pour les variables suivantes: pH, conductivité, PO_4^- , NH_4^+ et une différence significative pour le nombre d'individus des hydracariens récolté dans les quatre stations.

Tableau 20: Analyse de la variance à un critère de classification modèle fixe de la comparaison entre les stations et les 9 variables pour les deux années.

Variables	Sources de variation	ddl	SCE	CM	F obs	P
pH	stations	3	11,70	3,90	11,23	0,00***
Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	stations	3	973775	324592	10,78	0,00***
PO_4^- (mg/ml)	stations	3	13,84	4,61	6	0,00***
NH_4^+ (mg/ml)	stations	3	8,56	2,85	5,85	0,00***
Nombre d'hydracariens	stations	3	143,70	47,90	3,98	0,01*

5. 2. 3. Comparaison entre les quatre stations, les saisons et les 9 variables pour deux années

L'analyse de la variance à un critère de classification modèle fixe de la comparaison entre les stations, les saisons et les 9 variables pour les deux années montre qu'il existe des différences très hautement significatives pour les variables: pH, la conductivité et PO_4^- pendant le printemps. Et des différences significatives pour les : pH, température atmosphérique, conductivité, nombre des hydracariens et NH_4^+ , pendant l'hiver et des différences significatives pour les : pH, conductivité, nombre des hydracariens, pendant l'automne.

Tableau 21: *Aanalyse de la variance à un critère de classification modèle fixe de la comparaison entre les stations, les saisons et les 9 variables pour les deux années.*

Variabiles	Sources de variation	Saisons	ddl	SCE	CM	F obs	P
pH	stations	H	3	4,58	1,52	3,48	0,03*
		P		8,07	2,69	6,84	0,002**
		A		1,41	0,47	3,25	0,05*
T°Eau (°C)	stations	H	3	50,17	16,72	1,44	0,26 ns
		P		10,82	3,61	0,21	0,88 ns
		A		8,89	2,96	0,11	0,95 ns
T°Atm (°C)	stations	H	3	48,93	16,31	1,46	0,05*
		P		57,31	19,10	1,46	0,25 ns
		A		18,86	6,29	0,19	0,90 ns
Humidité (%)	stations	H	3	32,55	10,85	0,25	0,86 ns
		P		144,3	48,1	0,34	0,79 ns
		A		92,7	30,9	0,28	0,84 ns
Conductivité (µs/cm)	stations	H	3	317635	105878	4,05	0,02*
		P		364450	121483	7,79	0,001***
		A		271914	90638	3,92	0,03*
NO ₂ ⁻ (mg/ml)	stations	H	3	0,007	0,002	0,61	0,62 ns
		P		0,022	0,007	0,63	0,60 ns
		A		0,004	0,001	0,81	0,50 ns
PO ₄ ⁻ (mg/ml)	stations	H	3	4,12	1,37	1,14	0,35 ns
		P		2,79	0,93	8,75	0,001***
		A		2,71	0,90	1,33	0,298 ns
NH ₄ ⁺ (mg/ml)	stations	H	3	5,86	1,95	4,07	0,02*
		P		4,65	1,55	1,80	0,18 ns
		A		1,24	0,41	0,99	0,423 ns
Nombre d'hydracariens	stations	H	3	174,83	58,28	3,59	0,03*
		P		30,79	10,26	0,77	0,52 ns
		A		31,75	10,58	4,60	0,02*

5. 3. Analyse biocénétique

5. 3. 1. Répartition des espèces dans les stations d'études

La période d'échantillonnage s'étend de novembre 2007 à octobre 2009. Au total, on a récolté 292 spécimens appartenant à 9 espèces et 5 familles dans les quatre stations d'étude et nous avons dressé les proportions des différentes familles d'hydracariens dans la région d'El-Kala. Les résultats de collecte des hydracareines sont consignés dans le (Tableau 22).

Tableau 22: *Proportions des différentes familles d'hydracareines dans la région d'El Kala.*

Families	Nombre d'espèces	Proportion relative (%)
Pionidae	3	33
Hydromidae	1	11
Eylaidae	2	22
Arrenureudae	2	22
Hydrachnidae	1	11

Les Pionidae sont dominants avec 33 % des effectifs globaux. La répartition des espèces d'hydracariens de la région d'El-Kala est représentée dans le Tableau 23 qui montre la dominance des espèces collectées dans les stations.

Tableau 23: Répartition des espèces dans les quatre stations (2007-2009).

Families	espèces	El-Gouréate	Mellah	Oubeïra	Tonga
Pionidae	<i>Piona alpicola</i>	20	21	-	24
	<i>Piona nodata</i>	8	8	-	14
	<i>Hydrochoreutes intermedius</i>	6	-	-	7
Hydrodromidae	<i>Diplodontus</i> sp.	5	5	-	-
Eylaidae	<i>Eylais hamata</i>	25	20	26	-
	<i>Eylais</i> sp.	14	10	9	2
Arrenureudae	<i>Arrenurus batillif</i>	10	6	-	4
	<i>Arrenurus novus</i>	15	15	-	8
Hydrachnidae	<i>Hydrachna globosa</i>	4	2	-	4

- **Dans la mare d'El-Gouréate**, 107 individus ont été collectés, 9 espèces d'hydracariens où la dominance des espèces est telle que: *Eylais hamata* (23 %), *Piona alpicola* (19 %), *Arrenurus novus* (14 %), *Eylais* sp. (13 %), *Arrenurus batillifer* (9 %), *Piona nodata* (7 %), *Hydrochoreutes intermedius* (5,6 %), *Diplodontus* sp. (4,6 %), *Hydrachna globosa* (3,7 %).
- **Dans le Mellah**, le nombre total collecté est 87 individus avec 8 espèces d'hydracariens qui sont dominantes: *Piona alpicola* (24,13 %), *Eylais hamata* (22,98 %), *Arrenurus batillifer* (18,39 %), *Arrenurus novus* (17,24 %), *Eylais* sp. (11,49 %), *Piona nodata* (9,19 %), *Diplodontus* sp. (5,74 %), *Hydrachna globosa* (2,29 %). Une absence totale pour l'espèce d'*Hydrochoreutes intermedius* (0 %).
- **Dans le lac Oubeïra**, le nombre total est 35 spécimens où la dominance complète à 2 espèces de la famille Eylaidae uniquement présence dans la station: *Eylais hamata* (74,28 %), *Eylais* sp. (25,71 %). Et une absence totale pour les autres espèces.
- **Dans le lac Tonga**, la présence de 7 espèces avec un total de 63 individus qui donnent une dominance des espèces: *Piona alpicola* (38,09 %), *Piona nodata* (22,22 %), *Arrenurus novus* (12,69 %), *Hydrochoreutes intermedius* (11,11 %), *Hydrachna globosa* (6,35 %), *Arrenurus batillifer* (6,35 %). L'effectif le plus faible est celui de l'espèce *Eylais* sp avec (3,17 %). Dans la station Tonga, on enregistre une absence totale des deux espèces *Diplodontus* sp. (0 %), *Eylais hamata* (0 %).

5. 3. 2. Différents indices biotiques

Pour chaque station, les valeurs de la diversité H' de Shannon et de l'équitabilité E ont été calculées globalement sur un cycle annuel dont les résultats sont mis dans le Tableau 24.

5. 3. 2. 1. Richesse totale et moyenne

La richesse totale la plus élevée est dans la mare d'El-Gouréate avec 9 espèces, dans le Mellah avec 8 espèces et le lac Tonga avec 7 espèces.

Tableau 24: *Richesse totale et la moyenne des 9 espèces dans les quatre stations.*

Variables \ Stations	El-Gouréate	Mellah	Oubeïra	Tonga
Nombre total d'individus (n_i)	107	87	35	63
Nombre de relevées (N)	292	292	292	292
Richesse totale (S)	9	8	2	7
Richesse moyenne (S')	26,75	21,75	8,75	15,75

Concernant la richesse moyenne et le nombre total d'individus, la mare d'El-Gouréate a la valeur la plus élevée avec 26,75 et un nombre de 107, puis la mare du Mellah et le lac Tonga et à la fin dans la dernière station, celle d'Oubeïra avec 8,75 et un nombre d'individus égal à 35.

5. 3. 2. 2. Indice de diversité et équitabilité

Les indices écologiques sont calculés par station (Tableau 25). Les quatre stations étudiées révèlent une relative ressemblance structurelle, la richesse est sensiblement la même pour les trois stations: 9 espèces à la mare d'El-Gouréate, 8 espèces à Mellah et 7 espèces à Tonga et une richesse faible dans la station d'Oubeïra avec deux espèces, une diversité $H' = 1$ et une équitabilité $E = 0,822$, donc la communauté est composée d'une seule espèce. Les autres stations ont une diversité supérieure à 2,5 et leurs équitabilités sont supérieures à 0,85 donc elles indiquent une évolution temporelle du peuplement. L'équitabilité dans les quatre stations est de l'ordre de un, donc toutes les espèces ont une même abondance.

Tableau 25: Diversité et l'équitabilité des 9 espèces dans les quatre stations.

Espèces \ Stations	El-Gouréate	Mellah	Oubeïra	Tonga
<i>Piona alpicola</i>	18,69	24,13	-	38,09
<i>Piona nodata</i>	7,47	9,19	-	22,22
<i>Hydrochoreutes intermedius</i>	5,60	-	-	11,11
<i>Diplodontus</i> sp.	4,67	5,74	-	-
<i>Eylais hamata</i>	23,36	22,98	74,28	-
<i>Eylais</i> sp.	13,08	11,49	25,71	3,17
<i>Arrenurus batillifer</i>	9,34	06,89	-	6,34
<i>Arrenurus novus</i>	14,01	17,24	-	12,69
<i>Hydrachna globosa</i>	3,73	2,29	-	6,34
Effective/station	107	87	35	63
H'/station	2,92	2,89	0,82	2,39
S/station	9	8	2	7
H'max	3,17	3	1	2,81
E/station	0,92	0,96	0,82	0,85

5. 3. 2. 3. Fréquence centésimale

L'examen du Tableau 26 montre que les 9 espèces sont très rares du fait qu'elles sont présentes dans moins de 25 % de relevés dans les quatre stations d'étude suivi d'une représentation graphique détaillée en figure 32.

Tableau 26: Fréquence centésimale des 9 espèces dans les quatre stations.

Espèces	Fréquence centésimale
<i>Piona alpicola</i>	22.26
<i>Piona nodata</i>	10.27
<i>Hydrochoreutes intermedius</i>	4.45
<i>Diplodontus</i> sp.	3.42
<i>Eylais hamata</i>	24.31
<i>Eylais</i> sp.	11.98
<i>Arrenurus batillifer</i>	6.85
<i>Arrenurus novus</i>	13.01
<i>Hydrachna globosa</i>	3.42

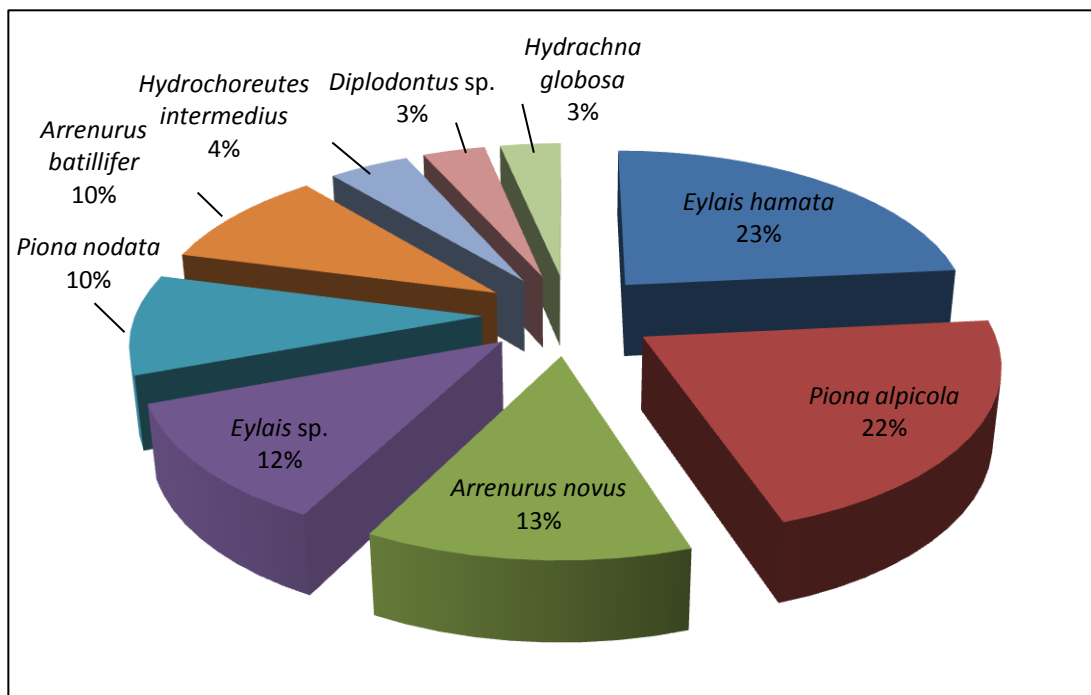


Figure 32: Fréquence centésimale du total des espèces des hydracariens dans les quatre stations du Parc National d'El-Kala (2007-2009).

5. 4. Analyse Factorielle des correspondances

5. 4. 1. Mare d'El-Gouréate

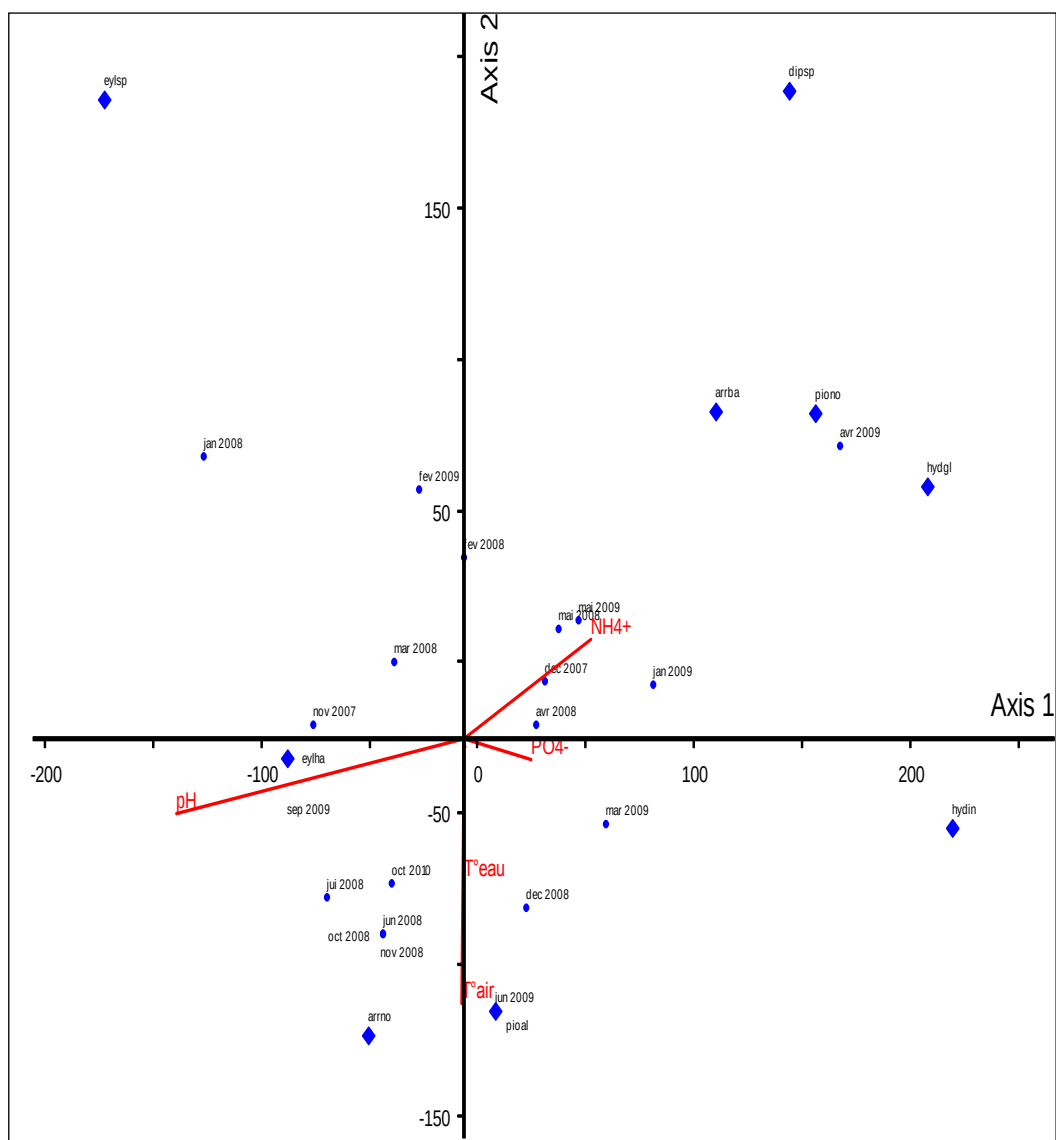


Figure 33: L'analyse en composantes principales de la matrice espèces-variables physico-chimiques pour les deux années d'étude dans la mare d'El-Gouréate.

Plan 1-2 de l'analyse en composantes principales. Ce plan totalise 80% de la variance du nuage de points.

-L'axe 1 qui représente plus de 61% de la variance, oppose les espèces *Arrenurus batillifer*, *Piona nodata*, *Hydrachna globosa*, *Hydrochoreutes intermedius*, *Diplodontus* sp. dans sa partie positive à *Eylais* sp., *Eylais hamata* positionnées dans sa partie négative.

* Le premier groupe d'espèces semble associé, dans cette station, à la période vernale, c'est-à-dire en gros le printemps. Par ailleurs la concentration en ions ammonium, représentée par le vecteur NH_4^+ , constitue vraisemblablement la variable la plus discriminante pour ce groupe d'espèce à cette période.

* Le second groupe d'espèces, *Eylais* sp., *Arrenurus novus*, *Eylais hamata* semble être associé plutôt à la période automnale et hivernale. Le pH de l'eau constitue par ailleurs, le facteur déterminant de leur présence dans cette station, en ce sens que ce sont des espèces préférant des pH plutôt proches de la neutralité.

-L'axe 2 discrimine *Piona alpicola* et *Arrenurus novus* dans sa partie négative et les associe à la température de l'eau. Ces espèces étant vraisemblablement sensibles au refroidissement de leur milieu de vie.

-Le reste des axes apporte peu d'informations supplémentaires.

5. 4. 2. Mare du Mellah

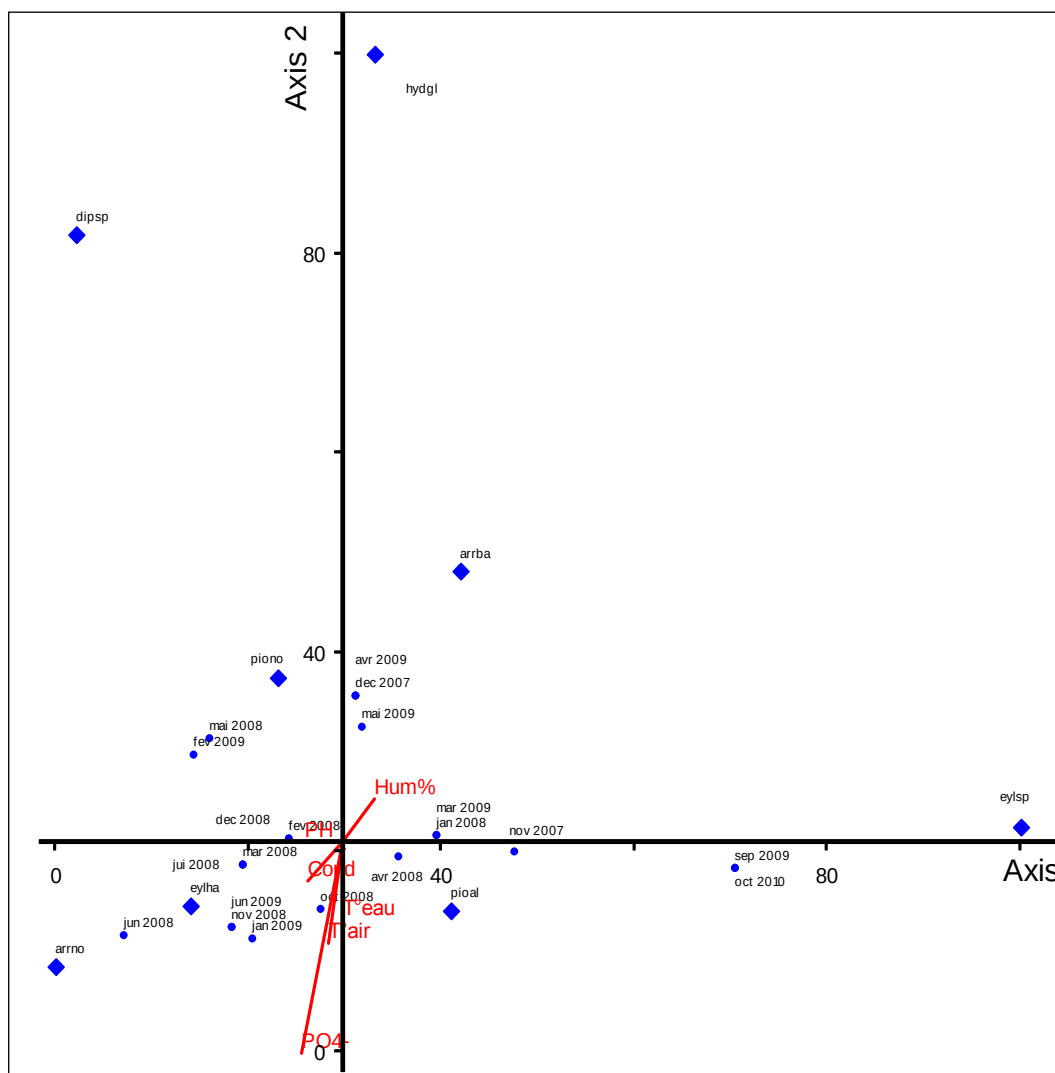


Figure 34: L'analyse en composantes principales de la matrice espèces-variables physico-chimiques pour les deux années d'étude dans la mar du Mellah.

Plan 1 - 2 de l'analyse en composantes principales. Ce plan totalise 66 % de la variance du nuage de points.

- L'axe 1 qui représente plus de 46 % de la variance, oppose les espèces *Eylais* sp., *Piona alpicola* dans sa partie positive à *Arrenurus novus*, *Piona nodata*, *Eylais hamata* dans sa partie négative.

* Le premier groupe d'espèces semble associé, dans cette station, à la période automnale. Par ailleurs le couplage du tableau «espèces» avec le tableau «facteurs physico-chimiques de l'eau» révèle que le pH constitue, faiblement certes, un facteur attractant dans ses faibles valeurs.

* Le second groupe d'espèces, dans la partie négative de l'axe est plutôt associé à la saison vernale. Il est par ailleurs sensible aux valeurs de pH plutôt neutres.

-L'axe 2 discrimine *Hydrachna globosa*, *Diplodontus* sp. dans sa partie positive à *Piona alpicola* dans sa partie négative. Le couplage révèle que la concentration en ions phosphoriques PO_4^- semble en constituer le déterminisme chimique, avec dans une moindre mesure, la température de l'eau. Plus la concentration en phosphates est importante plus ces espèces augmentent leur effectif (relation hôte-parasite).

5. 4. 3. Lac Oubeïra

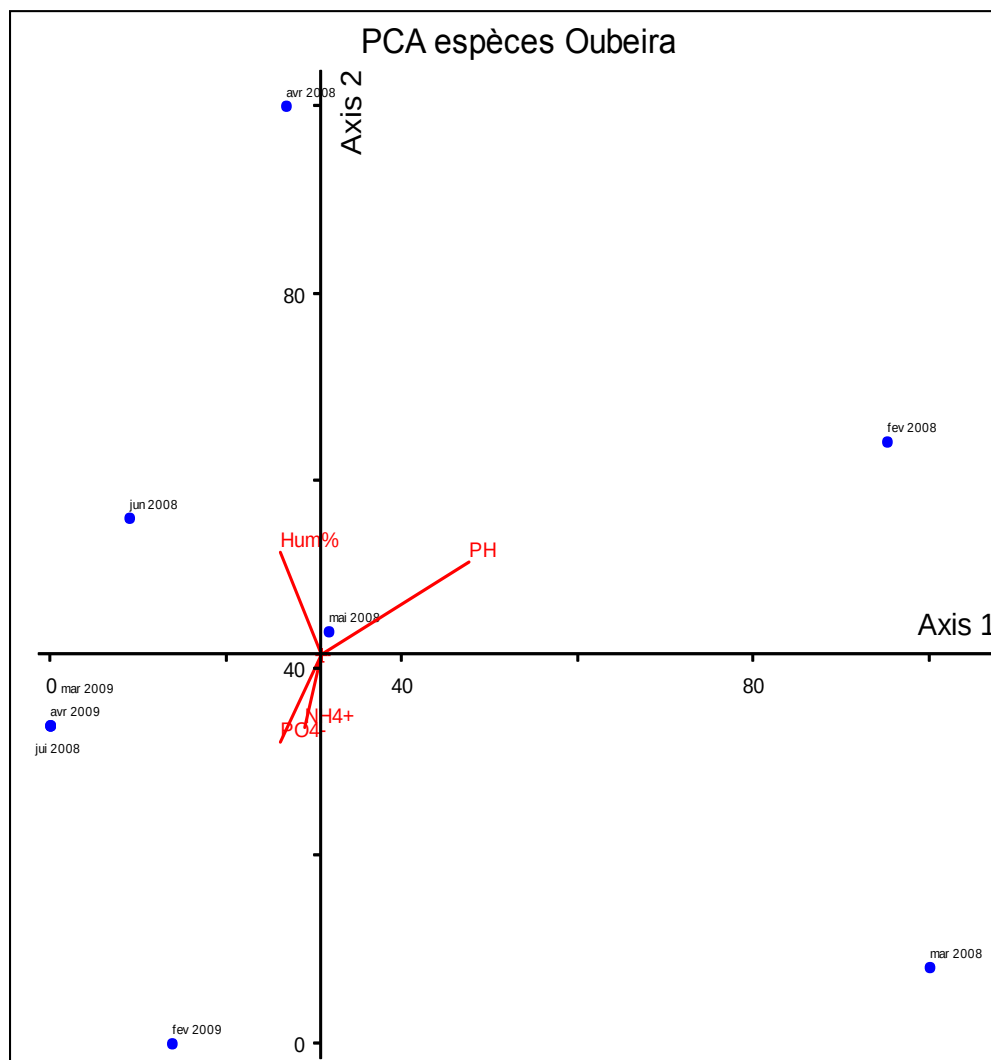


Figure 35: L'analyse en composantes principales de la matrice espèces-variables physico-chimiques pour les deux années d'étude dans le Lac Oubeïra.

- L'axe 1 qui représente plus de 70% de la variance, oppose les espèces *Piona nodata*, *Hydrochoreutes intermedius*, *Eylais* sp., *Arrenurus batillifer*, *Arrenurus novus*, *Hydrachna globosa*, dans sa partie positive à *Piona alpicola* positionnée dans sa partie négative.

* Le premier groupe d'espèces, semble être associé plutôt à la période automnale et hivernale. Le pH de l'eau constitue par ailleurs, le facteur déterminant de leur présence dans cette station, en ce sens que ce sont des espèces préférant des pH plutôt alcalins.

* Le second groupe d'espèce dans sa partie négative de l'axe est sensible à la température de l'eau.

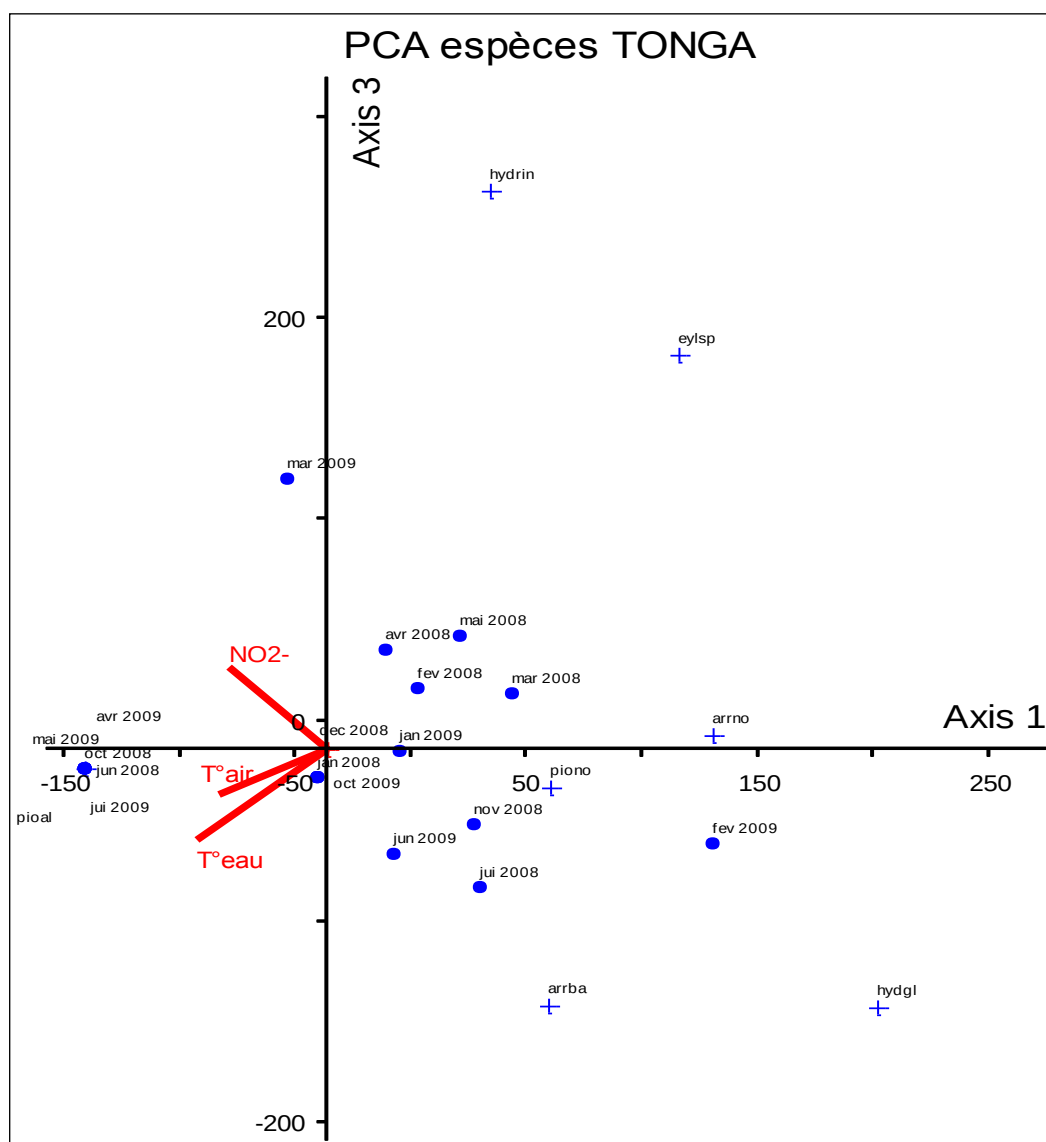


Figure 37: Le plan factoriel 1-3 de l'analyse en composantes principales de la matrice espèces-variables physico-chimiques pour les deux années d'étude dans le lac Tonga.

Plan 1-3 de l'analyse en composantes principales. Ce plan totalise 76% de la variance du nuage de points.

-L'axe 1 qui représente plus de 70% de la variance, oppose les espèces *Piona nodata*, *Hydrochoreutes intermedius*, *Eylais* sp., *Arrenurus batillifer*, *Arrenurus novus*, *Hydrachna globosa*, dans sa partie positive à *Piona alpicola* positionnée dans sa partie négative.

* Le premier groupe d'espèces, semble être associé plutôt à la période automnale et hivernale. Par ailleurs leurs présences sont liées à des faibles valeurs pour la concentration en ions nitrites, représentée par le vecteur NO_2^- , et la température de l'eau.

* Le second groupe d'espèce dans sa partie négative du couplage révèle que la concentration en ions nitrites NO_2^- qui constitue le déterminisme chimique, avec des valeurs de température de l'eau et d'air importantes, ce qui favorise l'augmentation de l'effectif de ces espèces.

Chapitre IV. Discussion

La classification zoologique est l'arrangement hiérarchique des catégories taxonomiques en ordre naturel, c'est l'objet d'une discipline particulière: la systématique qui repose sur un ensemble de principes et de règles constituant la taxonomie. La grande diversité observée dans la structure morphologique des règnes animaux et végétaux a conduit à leur subdivision en un certains nombres d'embranchements, classes, ordres et familles.

L'identification des individus se fait d'après des caractères morphologiques externes et fait donc appel à des clés dichotomiques dont il faut connaître le principe et les modalités d'utilisation. La taxonomie est une discipline qui a pour objet principal la reconnaissance des espèces, leurs caractéristiques et leurs fonctions. Il s'agit donc d'une fonction essentiellement descriptive dont le but est de définir et de nommer l'espèce (Guitsevitch et *al.*, 1974). Un des buts de la taxonomie est évidemment de produire des outils qui permettent la reconnaissance des espèces, en l'occurrence des clefs d'identifications séquentielles qui sont le plus souvent dichotomiques (Alarie, 1990). On peut donc connaître les caractéristiques de toutes les espèces, leurs races et leurs familles.

Les Hydracariens ont une importance écologique comme des indicateurs de la qualité d'une biocénose en raison des exigences de leur cycle biologique de développement qui présentent l'avantage d'être présents en abondance si les conditions leur sont favorables (Peyrusse & Bertrand, 2001). Il comporte deux phases, l'une aérienne où les larves sont parasites d'insectes adultes comme les moustiques et les odonates. Les deutonymphes et les adultes accomplissent leur phase aquatique comme des prédateurs voraces des larves d'insectes aquatiques immatures. Les hydracariens présentent donc l'intérêt d'intervenir dans la régulation des populations d'insectes aquatiques et leur densité.

A cet effet, on a réalisé un inventaire qui consiste dans sa première partie à l'identification systématique des espèces des hydracariens dans la région d'El-Kala. L'analyse des résultats de notre étude au cours d'une période étalée sur deux années de novembre 2007 à octobre 2009 dans quatre stations qui ont été choisies à cause de leur richesse floristique et faunistique, deux parmi elles sont classées par Ramsar des zones humides protégées dans la région d'El-Kala. L'échantillonnage a montré

que la faune hydracarienne est largement représentée avec 9 espèces, appartenant à cinq familles présentées comme suit:

-La famille des **pionidae**: On remarque d'après les résultats obtenus qu'il y a une prédominance dans la plus-part des stations, nous avons identifié 3 espèces: *Piona nodata*, *Piona alpicola*, *Hydrochoreutes intermedius*.

-La famille des **Eylaidae**: nous avons récolté 2 espèces: *Eylais hamata* et *Eylais* sp.

-Le genre *Arrenurus* qui est représenté dans la famille des **Arrenuridae**: nous avons identifié 2 espèces: *Arrenurus novus*, *Arrenurus batillifer*.

-La famille **Hydrodromidae** présente une seule espèce: *Diplodontus* sp.

-Ainsi que pour la famille **Hydrachnidae** qui a également une seule espèce: *Hydrachna globosa*.

Notre étude a porté également sur le calcul d'indices écologiques, cette étude montre une richesse totale qui est de 9 espèces dans El-Gouréate, 8 espèces dans le Mellah, 7 dans le lac Tonga et 2 dans le lac Oubeïra. Le nombre des hydracariens sélectionnés pendant deux années dans quatre stations et qui a servi à l'étude taxonomique est de 292. Une dominance de la famille Pionidae avec (36,08 %), Hydrodromidae (3,42 %, espèce sp.), Eylaidae (36,29 %, espèce sp.), Arrenuridae (19,86 %) et Hydrachnidae (3,42 %).

Notre étude qualitative et quantitative a donné les résultats suivants : la mare d'El-Gouréate présente une grande richesse totale avec 9 espèces, le Mellah avec 8 et le lac Tonga avec 7. Ce paramètre a l'avantage par rapport à la richesse totale, d'être statistiquement interprétable, et d'amoindrir fortement la part prise dans un peuplement, par les espèces rares ou accidentelles.

De ce fait, la richesse stationnelle moyenne n'exprime que le nombre d'espèces représentatives d'un milieu donné (Frochot, 1971). Ce paramètre est en outre, fortement corrélé à l'abondance totale (Blondel *et al.*, 1981). Les résultats liés à la fréquence centésimale montrent que *Eylais hamata* est l'espèce rare du fait qu'elle est présente dans 25% environ de relevés, alors que les autres espèces sont très rares du fait qu'elles sont présentes dans moins de 25% de relevés dans les quatre stations d'étude.

Les hydracariens sont fortement dépendants comme tous les invertébrés de la température du milieu extérieur pour assurer leurs fonctions biologiques vitales au cours de l'évolution et sa tolérance

thermique basée surtout sur les comportements adaptatives pour éviter les conditions environnementales perturbantes. Le test d'analyse de la variance univariée des 9 variables physico-chimiques avec l'abondance des espèces a montré l'existence de différences très hautement significatives pour les quatre variables (pH, conductivité, NH_4^+ , PO_4^-) dans les quatre stations, avec des corrélations très hautement significatives entre la température d'atmosphère et la température d'eau.

Egalement la comparaison entre les quatre stations, les quatre saisons et les 9 variables pour les deux années a montré des différences hautement significatives pour les variables (conductivité, PO_4^-) au printemps. En plus l'analyse factorielle des correspondances a permis de mettre en évidence les associations d'hydracariens et les relations espèces-variables des quatre stations d'où le plus important est: les groupes d'espèces dans la mare d'El-Gouréate semblent associés avec la concentration en ions ammonium au printemps, par contre en automne et en hiver avec le pH et la température de l'eau. Par ailleurs les valeurs de pH sont plutôt neutres, la concentration en ions phosphoriques PO_4^- et la température de l'eau, sont les facteurs déterminant l'abondance d'espèces dans la mare du Mellah. Au lac Oubeïra, les espèces préférant des pH plutôt alcalins avec la concentration en ions du phosphate et ammonium. En effet les groupes d'espèces, semble être associé plutôt à la période automnale et hivernale. Par ailleurs leurs présences liées à des faibles valeurs pour la concentration en ions nitrites, la température de l'eau, la température d'air et des pH alcalins dans le lac Tonga.

Cette étude a confirmé que l'abondance d'hydracariens repose sur la qualité de l'habitat aquatique du stade larvaire parasite d'un côté et du stade adulte prédateur de l'autre côté pour l'accomplissement de leur cycle de vie.

On a enregistré des comportements remarquables des espèces récoltées durant la période d'étude comme le parasitisme des larves de genre *Piona* avec les adultes des moustiques de la famille des Culicidés et des Odonates. Pour la prédation, on a vu une adulte de genre *Piona* en train d'égorger une larve de moustique et une *Daphnia*.

Chapitre V. Conclusion

Au terme de cette étude sur les hydracariens dans la région d'El Kala, on constate que la région est riche des espèces variées étudiées qui sont des indicateurs de la qualité d'une biocénose en raison des exigences de leur cycle de développement. Ils présentent l'avantage d'être présents en abondance si les conditions leur sont favorables, d'être de bonne taille de l'ordre du millimètre et facile à récolter. Les hydracariens sont des féroces prédateurs de larves de diptères, voire parasites, ils présentent donc l'intérêt d'intervenir dans la régulation des populations d'insectes aquatiques et leur densité révèle les potentialités trophiques de leur habitat. Toutefois, le cycle des différentes espèces recèle encore de nombreuses incertitudes quant aux hôtes et la répartition géographique des espèces. D'un point de vue biologique, le mystère de leurs relations avec les autres invertébrés aquatiques mérite d'être éclairci dans un premier temps pour les espèces les plus fréquentes, donc les plus actives en tant que régulateurs de ces nuisances. Dans le cas des points d'eau temporaires, la colonisation peut se faire grâce aux insectes ailés (phorésie), mais aussi par des mécanismes de résistance et d'alternance de génération (œufs d'hiver et d'été). Les hydracariens, souvent très colorés, semblent répulsifs pour les prédateurs, les insectes mais aussi pour les poissons, ce qui expliquerait qu'ils puissent s'approcher des larves d'odonates.

Ce travail a été réalisé dans la région d'EL-Kala, c'est l'une des plus importantes zones humides de la région nord-est d'Algérie, tant dans le cadre écologique (richesse biologiques) que celui économique. Les sites indiqués portent principalement sur l'étude de quelques caractéristiques physico-chimiques des eaux.

L'étude a montré que les facteurs climatiques ont une influence importante sur la qualité des eaux et sur les présences d'espèces des hydracariens dans les zones de faible profondeur (< 50 cm). En plus, la présence de quelques espèces dans les eaux douces liées à la présence des hôtes. Pour l'accomplissement du cycle, la phase phorétique est un passage obligé, ceci explique la dominance de quelques espèces d'un site par rapport à l'autre. Les hydracariens du parc National El-Kala sont principalement des petites espèces dominantes dans les masses d'eau. Les quatre sites sont des

éléments essentiels du réseau d'eau de surface qui vont augmenter la diversité des espèces des hydracariens du parc. Trois plans d'eau cités dans le manuscrit sont habités par une faune d'hydracariens riche et variée. L'indice de la diversité des espèces de Shannon-Wiener a révélé une moyenne $H' = 2,925$ et une équitabilité de $E = 0,923$. Les paramètres physico-chimiques sont très proches des moyennes globales des quatre stations. Parmi les facteurs écologiques qui sont à l'origine de la sélection de certains types biologiques figure d'abord le régime des eaux. L'écoulement des eaux de pluie peut-être immédiat d'un cours laps de temps, c'est le régime pluvial où se déroule le cycle des hydracariens via le développement de l'œuf à la ponte des femelles et ceci du printemps à la fin de l'été (Angelier et *al.*, 1985).

En perspective, de nouvelles recherches intensives sur ces habitats seraient sûrement l'objet de s'impliquer dans les problématiques pour répertorier la liste des espèces présentes dans ces plans d'eau et dans d'autres études, nous pouvons classer les hydracariens prélevés en trois groupes synécologiques: espèces de masses d'eau ventrales Astatic, espèces de petits corps de l'eau, tyrphobiontic et espèces tyrphophilic.

BIBLIOGRAPHIE

Alarie, Y., 1990. Taxonomie assistée par ordinateur. Annale. Univ-Laurentienne.

Angelier, E., Angelier, M. L. Lauga, J., 1985. Recherches sur l'écologie des hydracariens (Hydrachnellae, Acari) dans les eaux courantes. Annls Limnol. 21: 25-64 p.

Barr, D. W., 1972. The ejaculatory complex in water mites (Acari: Parasitengona): Morphology and potential value for systematics. Life Science Contributions R. outario Museum 81: 87 p.

Barr, D. W., 1982. Comparative morphology of the genital acetabula of aquatic mites (Acari, Prostigmata): Hydrachnoidea, Eylaoidea, Hydryphantoidea, Lebertioidea. Journal of Natural History 16: 147-160 p.

Belhadj, J., 1996. Contribution à la cartographie des ornithocénoses en Algérie: Atlas de l'avifaune nicheuse du parc national d'El-Kala. Thèse Magistère INA El-Harrach. Alger.199 p.

Benyacoub, S., 1993. Ecologie de l'avifaune forestière nicheuse de la région d'El-Kala (Nord- Est Algérien). Thèse de Bourgogne, Dijon.

Benyacoub, S., 1997. Diagnose écologique de l'avifaune du parc national d'Elkala. Composition - statut - répartition. Etude individuelle. N° E I 10. Projet Banque Mondiale. 67 p.

Benyacoub, S., Louanchi, M., Baba Ahmed, R., Benhouhou, S., Chalabi, B., Haou, F., Ziane, N., & Rouag, R., 1998. Plan directeur de gestion du Parc National d'El-Kala et du complexe de zones humides. Projet. G.E.F- Banque mondiale. 220 p+28 cartes.

Benyacoub, S., & Chabi, Y., 2000. Diagnose écologique de l'avifaune du Parc National d'El-Kala. Composition, statut de répartition. Synthèse n: 7 Juin 2000. Revue des sciences et technologie, Univ. Annaba.

Blondel, J., Ferry, C., & Frochot, B., 1981. Point counts with unlimited distance. Studies in Avian Biology, 6: 414-420 p.

Boukhroufa, M., 2001. Rôle fonctionnel du marais du Mellah pour les oiseaux d'eau: caractérisation et analyse de la variation des variables de structure du peuplement. Mémoire. Ingénieur. Univ. Annaba. 54 p.

Boulahbal, R., 1999. Caractéristiques d'un modèle de peuplement d'oiseaux d'eau nicheurs. Cas du lac Oubeïra et du marais du lac Mellah (parc national d'El-Kala).Thèse de Magistère. Univ. Annaba. 80 p.

Bouloumat, L., 2001. Structure des peuplements d'oiseaux dans les milieux ripicoles de la région d'El-Kala. Aulnaies de Boumerchen et Demnet Rihan. Mémoire d'ingénieur. Univ. Annaba. 41p.

Bouzeriba, L., 2001. Contribution à la caractérisation du peuplement de Lépidoptères (Hétérocères) dans le parc national d'El-kala (Nord-Est Algérien).Mémoire d'ingénieur. Univ. Annaba. 41 p.

- Chalabi, B., 1990.** Contribution à l'étude des zones humides algériennes pour la protection de l'avifaune, cas du lac Tonga, Parc national d'El-Kala. Thèse de Magister. I.N.A. El-Harrach.
- Cimpean, M., 2010.** Taxonomical and ecological study of water mite communities (Acari, Hydrachnidia) from the river Someșul Mic catchment area and their role as indicators of water quality Babes-Bolyai University, Cluj-Napoc Biology and Geology Faculty Taxonomy and Ecology Department. 31p.
- Cook, D. R., 1957.** Order Acarina. Sub-order Hydracarina. Genus Protoarrenurus Cook, n. gen. Pages 248 - 249 In: A. R. Palmer, editor, Miocene Arthropods from the Mojave Desert, California. Geological Survey professional Paper (U. S.) No. 294-G.
- Cook, D. R., 1974.** Water mite genera and subgenera. Memoirs of the American Entomological Institute. 21: 860 p.
- Davids, C, & R. Belier., 1979.** Spermatophores and sperm transfer in the water mite *Hydrachna conjecta* Koen. Reflections of the descent of water mites from terrestrial forms. Acarologia 21: 84-90 p.
- De Belair, G., 1990.** Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre éco-complexes lacustres et marécageux (El-Kala, Est algérien). Thèse Doctorat Univ. Montpellier II, 193 p+Annexes.
- Di Sabatino, A., Gerecke, R., Martin, P., 2000** The biology and ecology of lotic water mites (Hydrachnidia). Blackwell Science Ltd, Freshwater Biology. 44: 47-62 p.
- Di Sabatino, A., Smit, H., Gerecke, R., 2008.** Goldschmidt T, Matsumoto N, Cicolani B. Global diversity of water mites (Acari: Hydrachnidia; Arachnida) in fresh water ,595: 303-315 p.
- Djellab, S., 1993.** Inventaire et écologie des Syrphidés (Ordre: Diptera) dans le parc national d'El - Kala. Thèse de Magistère. Univ. Annaba, 184 p.
- Erman, O., Pešić, V., Esen, Y., Özkan, M. 2010.** A checklist of the water mites of Turkey (Acari: Hydrachnidia) with description of two new species. Zootaxa 2624: 1-48.
- Farsi 8, 1996.** Contribution à l'étude de l'évolution floristique et structurale d'une forêt de chêne-liège incendiée (Région d'El-Kala). Mémoire d'Ingénieur. INA. El-Harrach- Alger. 62p.
- Fekroune, K., 1998.** Caractérisation des populations des Chiroptères dans le Parc National d'El - Kala (Nord - Est algérien). Mémoire d'Ingénieur. Univ. Annaba. 37p.
- Frochot, B., 1971.** Ecology des oiseaux forestiers de Bougogne et du Jura. Thèse Dijon, 144 p.
- Gaussen, H., & Vernet, A., 1958.** Notice de la carte internationale du tapis végétal: feuille Tunis-Sfax. Bull. Serv. Carte phytogéographique, série A.t.3.
- Gauthier, H. C., 1928.** Recherches sur la faune des eaux continentales de l'Algérie et de la Tunisie. –Alger, Impr. Minerva, 420 p.

- Gauthier, H. C., 1931.** Faune aquatique du Sahara central. Récoltes de M.L. Seurat au Hoggar en 1928 – Bull. Soc. Hist. Natur. Afrique Nord 22: 350-400 p.
- Gors, H., 1904.** Sur un acarien parasite des amoplèles, C. R. Scia. C. Soc. Bio.56, 57 p.
- Gutsevich, A. V., Monchadskii, A. & Sktakel A. 1974.** Fauna of Diptera U.S.S.R. Department of Commerce National Technical Information VA.22151: Family Culicidae, III, 408p.
- Harvey, M. S., 1998.** The Australian Water Mites. A guide to families and genera. Monographs on Invertebrate Taxonomy. Vol. 4: 1-150 p.
- Joleaud, L., 1936.** Etude géologique de la relation de Bône et de la Calle. Bull. Sev. Carte géol. De l'Algérie. 2^{ème} série stratigraphique. Descriptions régionales no 12.185 p.
- Kadid, Y. 1989.** Contribution à l'étude de la végétation aquatique du lac Tonga. PNEK. Mémoire d'ingénieur. INA. El - Harrach. Alger. 100 p.
- Krantz, G. W., 1978.** A Manual of Acarology. 2nd Edition. Oregon State University Press, Corvallis.335 p.
- Lanciani, C., 1972.** Mating behaviour of water mites of the genus Eylais. Acarologia 14: 631-637 p.
- Lucas, H., 1849:** Histoire naturelle des animaux articulés. Exploration scientifique de l'Algérie pendant les années 1840, 1841, 1842. Sciences physiques. Zoologie 1. Bd. 1, Crustacés, Arachnides, Myriapodes et Hexapodes, 403 p. Imprimerie Nationale, Paris.
- Ouchtati, N., 1993.** Contribution à l'inventaire et à l'étude des Brachinidés, Carabidés et Cicindelidés de la région d'El-kala. Mémoire de Magistère. Univ. Annaba.93 p.
- Meyer, E., 1985.** der Entwicklungszyklus von *Hydrodroma despiciens* (O. F. Müller, 1776) (Acari: Hydrodromidae). Archiv fuer Hydrobiologie, Supplement 66: 321-453 p.
- Mitchell, R., 1955.** Anatomy, life history, and evolution of the mites parasitizing fresh-water mussels. Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology, University of Michigan 89: 1-41 p.
- Mitchell, R., 1957a.** Major evolutionary lines in water mites. Systematic Zoology 6: 137-148.
- Mitchell, R. 1957 b.** Locomotor adaptations of the family Hydryphantidae (Hydrachnellae, Acari). Abhandlungen Herausgegeben vom Naturwissenschaftlichen Verein zu Bremen 35: 75 - 100 p.
- Mitchell, R., 1958.** Sperm transfer in the water mite *Hydryphantes ruber* Geer. American Midland Naturalist 60: 156-158 p.
- Mitchell, R., 1960.** The evolution of thermophilous Water Mites. Evolution 14: 361-377 p.
- Mitchell, R., 1962.** The structure and evolution of water mite mouth parts. Journal of Morphology 110: 41-59 p.

- Mitchell, R., 1959.** Life histories and larval behavior of arrenurid water - mites parasitizing Odonata. Journal of the New York Entomological Society 67:1-12 p.
- Mitchell, R., 1964a.** A study of sympatry in the water mite genus *Arrenurus* (family Arrenuridae). Ecology 45: 546-558 p.
- Mitchell, R., 1964c.** The anatomy of an adult chigger mite *Blankaartia acuscutellaris* (Walch). Journal of Morphology 114: 373-392.
- Mitchell, R., 1972.** The tracheae of water mites. Journal of Morphology 136: 327-335 p.
- Motas, C., 1928.** Contribution à la connaissance des Hydracariens français particulièrement du Sud-Est de la France. Travaux du Laboratoire d'Hydrobiologie Piscic. University of Grenoble 20: 373 p.
- Mullen, G. R., 1975.** Predation by water mites (Acarina: Hydrachnellae) on immature stages of mosquitoes. Mosquito News 35: 168-171 p.
- Münchberg, P., 1935a.** Über die bisher bei einigen Nematocerenfamilien (Culicidae, Chironomidae, Tipulidae) beobachteten ektoparasitären Hydracarienlarven. Zeitschrift fuer Morphologie und Oekologie der Tiere 29: 720-749 p.
- Münchberg, P., 1935b.** Zur Kenntnis der Odonatenparasiten, mit ganz besonderer Berücksichtigung der Ökologie der in Europa an Libellen schmarotzenden Wassermiblenlarven. Archiv fuer Hydrobiologie 29: 1-122 p.
- Peyrusse, V. & M., Bertrand. 2001.** Les acariens aquatiques de France. Insectes 123,4:3-6 p.
- Poinar, G. O., 1985.** Fossil evidence of insect parasitism by mites. International Journal of Acarology 11: 37-38 p.
- Proctor, H. C., 2006.** Key to Aquatic mites known from Alberta. Agriculture Canada, Ottawa;
- Rizi, H. 2001.** Contribution à l'étude de la biologie de la reproduction des populations de la Foulque macroule (*Fulica atra atra*) dans la zone humide du nord-est algérien : cas des lacs Oubeïra et Tonga. Thèse. Magistère. Univ. Annaba. 51 p.
- Rouag, R., 1999.** Contribution à l'inventaire de l'Herpétofaune dans la région d'El -Kala (Nord-Est algérien). Thèse. Magistère. Univ. Annaba. 79 p.
- Schmidt, U., 1935.** Beiträge zur Anatomie und Histologie der Hydracarien, besonders von *Diplodontus despiciens* O. F.Müller. Zeitschrift fuer Morphologie und Oekologie der Tiere 30:99-175 p.
- Sergent, E., Sergent, E., 1904.** Note on the parasite mites of Anopheles. Report of the Biology Society. 56: 100-102 p.
- Skinner, J., & Zalewski, S., 1995.** Fonction et valeurs des zones humides méditerranéennes. Tour du Valat, Arles (France), N°2.88. Pub. MedWet.

- Sokolov, I. I., 1977.** The protective envelopes in the eggs of Hydrachnellae. *Zoologischer Anzeiger* 198: 36-42 p.
- Smith, I. M., 1976.** A study of the systematics of the water mite family *Pionidae* (*Prostigmata :Parasitengona*). *Memoirs of the Entomological Society of Canada*. 98: 1-249 p.
- Smith, I. M., and D. R. Oliver., 1976.** The parasitic associations of larval water mites with imaginal aquatic insects especially Chironomidae. *Canadian Entomologist* 108: 1427-1442 p.
- Smith, I. M., 1982.** Larvae of water mites of the super-family Lebertioidea (*Prostigmata: Parasitengona*) in North America with comments on phylogeny and higher classification of the super-family. *Canadian Entomologist* 114: 901-990 p.
- Smith, I. M., and D. R. Oliver., 1986.** Review of parasitic associations of larval water mites (*Acari: Parasitengona: Hydrachnida*) with insect hosts. *Canada. Entomologist* 118: 407-472 p.
- Smith, I. M., 1987.** Water mites of peatlands and marshes in Canada. Pages 31-46 in: D. M. Rosenberg, and H. V. danks, editors. *Aquatic insects of Peatlands and Marshes in Canada*. *Memoirs of the Entomological society of Canada* 140: 174 p.
- Smith, I. M., & Cook, D. R., 1991.** Water Mites. In: Thorp, J. & Covich, A. (eds): *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. Academic Press, San Diego: 523-592 p.
- Toubal, O., 1986.** Phytoécologie, biogéographie et dynamique des principaux groupements végétaux du massif de l'Edough (Algérie Nord-Orientale). Cartographie au 1/25000 USTM. Thèse de Doctorat 3^{ème} cycle. Univ. Grenoble. 109 p.
- Walter, C., 1924c.** Quelques espèces nouvelles d'hydracariens du Maroc et du Soudan. *Bull. Soc. Sci. natur., Maroc, Rabat et Paris*, 4 (3-4): 61-71 p.
- Walter, C., 1925a.** Hydracariens de l'Algérie et de la Tunisie (Collections de M. H. Gauthier), Première liste. *Bull. Soc. Hist. Natur. Afrique Nord, Alger*, 16: 189-238 p.
- Walter, C., 1940.** Hydracarina of Algeria. *Ann. Mag. Hist. Natur*, London (s.11) 5: 513-518 p.
- Wesenburg-Lund, C. J., 1918.** Contributions to the knowledge of the postembryonal development of the Hydracarina. *Videnskabelige Meddelelser Fra Dansk Natur-historisk Forening I Kjobenhaun*. 70: 5-57 p.
- Wiggins, G. B., R. J. Mackay, and I. M. Smith., 1980.** Evolutionary and ecological strategies of animals in annual temporary pools. *Archiv fuer Hydrobiologie, Supplement* 58: 97-206 p.
- Wiles, P. R., 1984.** Water Mites respiratory systems. *Acarologia* 25: 27-31 p.
- Wiles, P.R., 1997b.** Water mites (*Acari: Hydrachnidia*) from New Guinea: Descriptions of nine new species of *Australiobates* Lundblad and first records of *Dropursa* Cook and *Coaustaliobates* Lundblad. *Acarologia* 38: 165-180.

Ziane, N., 1999. Le peuplement d'Anatidés hivernants dans la région d'El-kala: Chronologie d'hivernage et rythmes d'activité. Thèse de Magistère. Univ. Annaba.