

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
Republique Algerienne Democratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة باجي مختار عنابة  
Université Badji Mokhtar Annaba

Faculté des Sciences

Département de Biologie

Thèse présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat L.M.D (3<sup>ème</sup> cycle)  
en Ecologie Animale  
Option : Biologie des Populations.

Intitulé

**Etude bioécologique et systématique des Hydrachnidiae dans  
deux sites: Annaba et Lac Tonga. Lutte biologique  
anticulicidienne et du parasitisme larvaires des  
Hydracariens.**

*Présenté par:* M<sup>me</sup> Gacem Habiba.

**Membre de Jury :**

M <sup>r</sup> . SOLTANI Nouredine (Pr.)	Président	Université Badji Mokhtar, Annaba
M <sup>me</sup> . BENDALI-SAOUDI Fatiha (Pr. )	Directrice de thèse	Université Badji Mokhtar, Annaba
M <sup>r</sup> . BENYACOUB Slim (Pr. ).	Examinateur	Université Badji Mokhtar, Annaba
M <sup>r</sup> . LOUADI Kamel (Pr. ).	Examinateur	Université Mentouri, Constantine
M <sup>me</sup> .TADJINE Aicha (Pr. ).	Examinatrice	Université, El Taref
M <sup>me</sup> .TINE-DJEBBAR Fouzia (M.C.A).	Examinatrice	Université Al Arbi Tbessi, Tebessa

**Année universitaire : 2014-2015**

## **REMERCIEMENTS**

*Je remercie Allah le tout puissant pour m'avoir donné force, patience et courage pour la réalisation de ce travail.*

*J'exprime mes plus vifs remerciements à **M<sup>R</sup>. SOLTANI N.**, Professeur au département de Biologie Animale, pour m'avoir fait l'honneur de présider ce jury. Qu' il trouve ici le témoignage de ma très haute considération.*

*Ma reconnaissance, ma vive gratitude et mes sincères remerciements vont aussi à **M<sup>me</sup>. BENDALI-SAOUDI F.**, Professeur au département de Biologie Animale, pour m'avoir dirigé tout au long de la réalisation de ce travail. Ses orientations, ses encouragements, sa disponibilité constante m'ont été d'une précieuse aide.*

*Je remercie également **M<sup>F</sup>. BENYACOUB S.**, Professeur au département d'Ecologie Animale, **M<sup>F</sup>. LOUADI K.** (Université Mentouri de Constantine) **M<sup>me</sup>.TINE-DJEBBAR F.** (Université de Tébessa)  
Et, **M<sup>me</sup>.TADJINE A.** (Université d'El Taref), pour avoir accepté de lire et de juger ce travail.*

*Sans oublier d'exprimer ma profonde reconnaissance pour **M<sup>R</sup>. TAHAR A**, Professeur à l'université d'Annaba pour l'étude statistique.*

*Si ce travail a été concrétisé c'est surtout grâce aux efforts prodigués par **mon père**. Je le remercie, pour son aide si précieuse tout au long de ses années, sa bonne humeur. Merci pour ce que tu fais pour nous.*

*Je veux aussi remercier **mon mari**, pour son soutien et ses encouragements.*

**MERCI**

# Sommaire

<b>Introduction générale</b> .....	1
<b>Chapitre 1</b> .....	5
<b>1.1. Introduction</b> .....	5
<b>1.2. Matériel et Méthode</b> .....	6
1.2.1. Présentation des régions d'études.....	6
1.2.1.1. Ville d'Annaba.....	6
1.2.1.2. La région d'El Kala.....	8
1.2.2. Caractère climatique des régions d'études.....	10
1.2.2.1. Annaba.....	10
1.2.2.2. El Kala.....	12
1.2.3. Méthode d'échantillonnage.....	16
1.2.4. Analyse physico-chimique.....	19
1.2.5. Indices écologiques .....	19
<b>1.3. Résultats</b> .....	21
1.3.1. Inventaires et étude du peuplement des Hydracariens au niveau des Ruines Romaines.....	21
1.3.1.1. Indices écologiques des Ruines Romaines.....	22
1.3.2. Inventaires et étude du peuplement des Hydracariens au niveau du Lac Tonga.....	23
1.3.2.1. Indices écologiques du lac Tonga.....	24
1.3.2.2. Identification des espèces inventoriées .....	27
1.3.3. L'analyse physico chimique.....	41
1.3.3.1. Ruines Romaines.....	41
1.3.3.2. Lac Tonga.....	43
1.3.4. Les corrélations statistiques entre les paramètres et le nombre d'individus.....	45
1.3.5. Méthode de la plus petite différence significative <i>p.p.d.s.</i> .....	44
1.3.6. Résultats des analyses statistiques multivariées .....	48
<b>Chapiter 2</b> .....	50
<b>2.1. Introduction</b> .....	50

<b>2.2. Matériel et Méthode</b> .....	51
2.2.1. Matériel biologique.....	51
2.2.2. Conservation et montage des lames .....	55
2.2.3. Méthode de la biométrie et la chétotaxie.....	55
2.2.4. Analyse statistique.....	55
<b>2.3. Résultats</b> .....	57
2.3.1. Biométrie des Hydracariens récoltée au niveau des Ruines Romaines .....	57
2.3.1.1. Biométrie des larves de <i>Piona uncata</i> .....	57
2.3.1.2. Biométrie des adultes de <i>Piona uncata</i> .....	59
2.3.2. Biométrie des Hydracariens récoltée au niveau du lac Tonga.....	63
2.3.2.1. Biométrie des larves de <i>Piona uncata</i> .....	63
2.3.2.2. Biométrie des adultes <i>Piona uncata</i> .....	66
2.3.2.3. Biométrie des adultes de <i>Forelia onondaga</i> .....	74
2.3.2.4. Biométrie des adultes d' <i>Unionicola crassipes</i> .....	75
2.3.2.5. Biométrie des adultes d' <i>Hydrachna cruenta</i> .....	76
2.3.3. Chétotaxique de <i>Piona uncata</i> récoltées au niveau des Ruines Romaines.....	78
2.3.3.1. Chétotaxie des larves de <i>Piona uncata</i> .....	78
2.3.3.2. Chétotaxie des adultes de <i>Piona uncata</i> .....	79
2.3.4. Chétotaxique des Hydracariens récoltées au niveau du lac Tonga.....	82
2.3.4.1. Chétotaxique de <i>Piona uncata</i> .....	82
2.3.4.2. Chétotaxique de <i>Forelia onondaga</i> .....	88
2.3.4.3. Chétotaxique d' <i>Unionicola crassips</i> .....	89
2.3.6.4. Chétotaxique d' <i>Hydrachna cruenta</i> .....	90
<b>Chapitre 3</b> .....	92
<b>3.1. Introduction</b> .....	92
<b>3.2. Matériel et Méthode</b> .....	93
3.2.1. Matériel biologique .....	93
3.2.1.1. Les Odonates.....	99
3.2.1.2. Les Mollusques.....	100
3.2.1.2. Tests de prédation.....	102
3.2.2. Les larves d' Hydracariens parasites de la faune associée (Odonates; Mollusque).....	103

3.2.3. Analyse statistique.....	103
<b>3.3. Résultats.....</b>	<b>104</b>
3.3.1. Etude préliminaire de la respiration aquatique des hydracariens.....	104
3.3.2. Lutte Biologique.....	105
3.3.3. L'analyse statistiques.....	112
3.3.4. Etude du Parasitisme larvaire des Hydracariens sur terrain.....	116
3.3.5. Etude expérimentale du parasitisme larvaire de <i>Piona uncata</i> à l'égard des Culicidae et les Mollusques.....	118
3.3.6. Triage des adultes parasités d'Odonates.....	121
<b>4. Discussion.....</b>	<b>125</b>
<b>5. Conclusion.....</b>	<b>131</b>
<b>6. Résumé.....</b>	<b>133</b>
<b>7. Bibliographies.....</b>	<b>136</b>

## Liste des Tableaux

Tableau	Titre	Page
1	Température mensuelles de la région d'Annaba. Source (station météorologique). Unité : degrés Celsius (°C); Année : 2010, 2011.	10
2	Les précipitations dans la région d'Annaba – source station météorologique. Unité : mm. Année : 2010-2011.	11
3	Humidité de la région d'Annaba. Source station météorologique. Unité : mm % ; Année: 2010 - 2011.	11
4	Vitesse du vent de la région d'Annaba –source station météorologique. Unité : m/s ; Année: 2010-2011.	11
5	Température mensuelles de la région d'El Kala. Source: station météorologique. T.min. : Température minimale ; T.moy. : Température moyenne ; T. max. : température maximale ; (°C) degrés Celsius; année : 2010-2011.	12
6	Précipitation moyenne de la région d'El Kala. Source station météorologique; mm; 2011.	12
7	Humidité moyenne mensuelles de la région d'El Kala. Source station météorologique (%); 2011.	13
8	Inventaire des Hydracariens dans les Ruines Romaines	21
9	Richesse totale et moyenne des Hydracariens dans les Ruines Romaines.	22
10	Pourcentage des Hydracariens inventoriées dans les Ruines Romaines.	22
11	Les espèces d'Hydracariens récoltées au niveau du lac Tonga par mois, par station et par espèces de Novembres – Aout: 2011.S: Station.	24
12	Richesse totale et moyenne, indice de diversité de Schanon-Weaver (H'), indice de diversité maximale (H' max) et l'indice d'équirépartition (E) des Hydracariens	25
13	Paramètres physico-chimiques de l'eau des six stations (Annaba).	41
14	Paramètres physico-chimiques de l'eau des cinq stations d'études du lac Tong.	43
15	Résultats de l'analyse de la variance à un critère de classification modèle fixe de la comparaison, entre stations, des moyennes de chacune des 04 variables pour le site des Ruines Romaines.	45
16	Résultats de l'analyse de la variance à un critère de classification modèle fixe de la comparaison, entre stations, des moyennes de chacune des 04	46

	variables pour le site Tonga.	
17	Les groupes de station homogène par variables selon la <i>p.p.d.s</i> des Ruines Romaines.	46
18	Les groupes de station homogène par variables selon la <i>p.p.d.s</i> du lac Tonga.	47
19	Listes des corrélations significatives, hautement significatives des deux sites.	47
20	Résultats d'analyses statistiques multivariées appliquées aux 4 variables des Ruines Romaines (MANOVA).	48
21	Résultats d'analyses statistiques multivariées pour le nombre d'individus récoltés au niveau des Ruines Romaines (MANOVA).	48
22	Résultats d'analyses statistiques multivarié appliquées aux 4 variables du lac Tonga (MANOVA)	49
23	Résultats d'analyses statistiques multivarié pour le nombre d'individus récoltés au niveau du lac Tonga (MANOVA)	49
24	Paramètres statistiques de la description des données des larves de <i>Piona uncata</i> récoltées au niveau des Ruines Romaines d'Annaba (27critères); unité: $\mu\text{m}$ .	57
25	Paramètres statistiques de la description des données des Adultes de <i>Piona uncata</i> Koenike 1888, récoltées au niveau des Ruines Romaines d'Annaba (41critères); unité: $\mu\text{m}$ .	60
26	Paramètres statistiques de la description des données des larves de <i>Piona uncata</i> Koenike 1888 récoltées au niveau du lac Tonga d'El Kala (27critères); unité: $\mu\text{m}$ .	64
27	Paramètres statistiques de la description des données des adultes de <i>Piona uncata</i> Koenike 1888 récoltées au niveau du lac Tonga d'El Kala (41critères); unité: $\mu\text{m}$ .	66
28	Résultats du test t de Student pour échantillons indépendantes, comparaison entre les moyennes de la biométrie des critères de larves des deux sites.	70
29	Résultats d'analyses statistiques multivariées pour les larve (MANOVA)	71
30	Résultats du test t de Student pour échantillons indépendantes, comparaison entre les moyennes de la biométrie des critères des adultes des deux sites.	72
31	Analyse statistique multivariée de la biométrie des adultes (MANOVA)	73

32	Biométrie des deux critères (N=20; m±s; unité: µm).	74
33	Biométrie des segments des pédipalpes droite et gauche (N=20; unité: µm).	74
34	Biométrie des coxa (N=20; m±s; unité: µm).	74
35	Biométrie des segments des quatre pattes (N=20; m±s; unité: µm).	75
36	Biométrie du corps entier, plaque génitale (N=20; m±s; unité: µm).	75
37	Biométrie des segments des pédipalpes droite et gauche (N=20; unité: µm).	75
38	Biométrie des coxa (N=20; m±s; unité: µm).	76
39	Biométrie des segments des quatre pattes (N=20; m±s; unité: µm).	76
40	Biométrie des deux critères (N=20; m±s; unité: µm).	76
41	Biométrie des segments des pédipalpes droite et gauche (N=20; m±s; unité: µm).	77
42	Biométrie des coxa (N= 20; m±s; unité: µm).	77
43	Biométrie des segments des quatre pattes (N=20; m±s; unité: µm).	77
44	Chétotaxie de trois parties du corps N=20; m±s; (valeur minimale-valeur maximale).	78
45	Chétotaxie des segments des pattes, N=20; m±s; (valeur minimale-valeur maximale).	79
46	Chétotaxie de trois parties du corps, N=20; m ± s; (valeur minimale-valeur maximale).	80
47	Chétotaxie des segments des pattes, N=20; m±s; (valeur minimale-valeur maximale).	81
48	Chétotaxie de trois parties du corps de la larve, N=20;m±s; (valeur minimale-valeur maximale).	82
49	Chétotaxie des segments des pattes, N=20; m±s; (valeur minimale-valeur maximale).	83
50	Chétotaxie de trois parties du corps, N=20; m ±s; (valeur minimale-valeur maximale).	84
51	Chétotaxie des segments des pattes, N=20; m±s; (valeur minimale-valeur maximale).	85
52	Résultats du test t de Student pour échantillons indépendantes, comparaison entre les moyennes de la chétotaxie des larves des deux sites (n=20; 18 critères). P= Patte ; s= Segment	86
53	Résultats du test t de Student pour échantillons indépendants, comparaison entre les moyennes de la chétotaxie des adultes des deux sites	87/ 88

	(n=20; 30 critères). P= Patte; s= Segment. Pe = Pédipalpe.	
54	Chétotaxie de deux parties du corps N=20; m±s; (valeur minimale-valeur maximale).	88
55	Chétotaxie des pattes N=20; m±s; (valeur minimale-valeur maximale).	89
56	Chétotaxie du corps entier et des pédipalpes; N=20; m±s; (valeur minimale-valeur maximale).	89
57	Chétotaxie des six segments des quatre pattes. N=20; m±s; (valeur minimale-valeur maximale).	90
58	Chétotaxie de trois parties du corps, N=20; m ±s; (valeur minimale-valeur maximale).	90
59	Chétotaxie des six segments des quatre pattes. N= 20; m ±s; (valeur maximale-valeur minimale).	91
60	Temps de respiration des adultes de <i>Pina uncata</i> N=10, T=second; 5 répétitions par individu.	104
61	Détermination du potentiel de prédation d'un (1) individu d'hydracarien pendant 72h à l'égard de 10 larves de <i>Culex pipiens</i> à différents stades: (L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> , L <sub>4</sub> ), dans un milieu filtré.	106
62	Détermination du potentiel de prédation des 3 individus d'hydracariens pendant 72h à l'égard de 10 larves de <i>Culex pipiens</i> à différents stades: (L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> , L <sub>4</sub> ), dans un milieu filtré.	106
63	Détermination du potentiel de prédation d'un (1) individu d'hydracarien pendant 72h à l'égard de 10 larves de <i>Culex pipiens</i> à différents stades: (L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> , L <sub>4</sub> ), dans un milieu composé	107
64	Détermination du potentiel de prédation de 3 individus d'hydracariens pendant 72h à l'égard de 10 larves de <i>Culex pipiens</i> à différents stades: (L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> , L <sub>4</sub> ), dans un milieu composé	108
65	Détermination du potentiel de prédation d'un (1) individu d'hydracarien pendant 72h à l'égard de 10 larves de <i>Culiseta longiareolata</i> : L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> , L <sub>4</sub> . Milieu filtré	109
66	Détermination du potentiel de prédation de 3 individus d'hydracariens avec 10 larves de <i>Culiseta longiareolata</i> (L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> , L <sub>4</sub> ) dans un milieu filtré.	110
67	Détermination du potentiel de prédation d'un (1) individu d'hydracarien avec 10 larves de <i>Culiseta longiareolata</i> (L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> , L <sub>4</sub> ), Milieu composé	110
68	Détermination du potentiel de prédation des 3 individus d'hydracarien	111

	à l'égard de 10 larves de <i>Culiseta longiareolata</i> (L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> , L <sub>4</sub> ), Milieu composé.	
69	Résultats du test t de Student pour échantillons indépendants, comparaison du potentiel prédateur de <i>Piona uncata</i> à l'égard de 4 stades larvaires de <i>Culex pipiens</i> dans un milieu filtré en présence d'un (1) individu d'hydracariens.	112
70	Résultats du test t de Student pour échantillons indépendants. Comparaison du potentiel prédateur de <i>Piona uncata</i> à l'égard de 4 stades larvaires de <i>Culex pipiens</i> dans un milieu filtré, en présence de 3 individus d'hydracarien.	113
71	Résultats du test t de Student pour échantillons indépendants. Comparaison du potentiel prédateur de <i>Piona uncata</i> à l'égard de 4 stades larvaires de <i>Culex pipiens</i> dans un milieu composé en présence d'un (1) individu d'hydracarien	113
72	Résultats du test t de Student pour échantillons indépendantes, Comparaison du potentiel prédateur de <i>Piona uncata</i> à l'égard de 4 stades larvaires de <i>Culex pipiens</i> dans un milieu composé en présence de 3 individus d'hydracariens	114
73	Résultats du test t de Student pour échantillons indépendantes, Comparaison du potentiel prédateur de <i>Piona uncata</i> à l'égard de 4 stades larvaires de <i>Culex pipiens</i> dans les deux milieux (filtré et composé) en présence d'un (1) individu d'hydracarien.	114
74	Résultats du test t de Student pour échantillons indépendants. Comparaison du potentiel prédateur de <i>Piona uncata</i> à l'égard de 4 stades larvaires de <i>Culex pipiens</i> dans les deux milieux (filtré et composé) en présence de 3 individus d'hydracariens	115
75	Résultats du test t de Student pour échantillons indépendantes, Comparaison du potentiel prédateur de <i>Piona uncata</i> à l'égard de 4 stades larvaires de <i>Culiseta longiareolata</i> dans les deux milieux (filtré et composé) en présence d'un (1) individu d'hydracarien	115
76	Résultats du test t de Student pour échantillons indépendantes, Comparaison du potentiel prédateur de <i>Piona uncata</i> à l'égard de 4 stades larvaires de <i>Culiseta longiareolata</i> dans les deux milieux (filtré et composé) en présence de 3 individus d'hydracariens.	116
77	Récapitulatif de la faune associée saine (dépourvus de larves	117

	d'hydracariens) et parasités. S: Station; P: Individus parasités; R: Individus récoltés.	
78	Récapitulatif de la faune associée saine (dépourvus de larves d'hydracariens) et parasités. S: Station; P: Individus parasités; R: Individus récoltés	118
79	Détermination du parasitisme larvaire de <i>Piona uncata</i> sur l'hôte Culicidien: <i>Culex pipiens</i> . 10 L4 en présence de 40 larves d'hydracariens. 10 nymphes en présence de 40 larves par répétition (4). Nbr : Nombre d'individus.	119
80	Détermination du parasitisme larvaire de <i>Piona uncata</i> Koenike 1888 à l'égard des Mollusque: <i>Galba trunculata</i> et <i>Planorbarius corneus</i> , Nb: 40 Mollusques; 40 Larves.	120

## Liste des Figures

Figure	Titre	Page
1	Localisation et limite géographique de la région Annaba (Goole earth).	6
2	Site d'étude Hippone d'Annaba.	7
3	Situation de la zone d'étude, El Kala	8
4	Position géographique du lac Tonga. (A) Vue d'ensemble, du lac Tonga selon, (Google earth). (B) Localisation du site d'étude, Lac Tonga	9
5	Les Cinq station d'étude au niveau du lac Tonga.	15
6	Les six stations d'étude dans le site Ruines Romaines d'Annaba.	16
7	Figure représente les méthodes de prélèvement.	17
8	Figure représente les appareils des paramètres physicochimiques.	18
9	Distribution des Hydracariens au niveau des Ruine Romaine.	21
10	Distribution des espèces dans le lac Tonga.	26
11	Vue ventral de <i>Piona uncata</i> Koenike 1888.	28
12	<i>Piona uncata</i> Koenike 1888; femelle	29
13	L'appareil génital de <i>Piona uncata</i> Koenike, 1888.	29
14	Chélicères <i>Forelia onondaga</i> Habeeb 1966.	31
15	Pédipalpes <i>Forelia onondaga</i> Habeeb 1966.	31
16	<i>Unionicola crassips</i> Mitchell 1955.	33
17	<i>Unionicola crassips</i> Mitchell 1955; femelle.	33
18	<i>Unionicola crassips</i> Mitchell 1955; mâle	34
19	Plaque oculaire d' <i>Eylais hamata</i> Koenike 1897.	35
20	Adulte <i>Eylais hamata</i> Koenike 1897.	36
21	Les œufs <i>Eylais hamata</i> Koenike 1897.	36
22	Larve <i>Eylais hamata</i> Koenike 1897.	37
23	Vue dorsale d' <i>Arrenurus balladoniensis</i> Halik 1940.	38
24	Vue ventrale des Coxae d' <i>Arrenurus balladoniensis</i> Halik 1940.	39
25	<i>Hydrachna cruenta</i> Muller 1776.	40
26	Pédipalpes et chélicères de <i>Hydrachna cruenta</i> Muller 1776.	40
27	PH des stations des Ruines Romaines.	42
28	Température des stations des Ruines Romaines.	42

29	Conductivité des stations des Ruines Romaines.	42
30	Oxygène dissout des stations des Ruines Romaines.	42
31	PH des stations du lac Tonga.	44
32	Température des stations du lac Tonga.	44
33	Conductivité des stations du lac Tonga.	44
34	Oxygène dissout des stations du lac Tonga.	44
35	Cycle biologique des Hydracariens.	52
36	Vue générale de la larve de <i>Piona unata</i>	52
37	Les trois pattes larvaires de <i>Piona uncata</i> .	53
38	Plaque excrétrice de la larve de <i>Piona uncata</i> .	53
39	Les trois coxa de la larve de <i>Piona uncata</i> .	53
40	Deutonymphe de <i>Piona uncata</i> .	54
41	Adulte de <i>Piona uncata</i> .	55
42	Biométrie du corps, le gnatosome et la plaque excrétrice des larves de <i>Piona uncata</i> des Ruines Romaines.	58
43	Biométrie des trois coxa des larves de <i>Piona uncata</i> des Ruines Romaines.	59
44	Biométrie des pattes des larves de <i>Piona uncata</i> des Ruines Romaines.	59
45	Biométrie du Corps et de la plaque génitale des adultes de <i>Piona uncata</i> des Ruines Romaines.	61
46	Biométrie des pédipalpes droite et gauche des adultes de <i>Piona uncata</i> des Ruines Romaines.	62
47	Biométrie des quatre coxa des adultes de <i>Piona uncata</i> des Ruines Romaines.	62
48	Biométrie des pattes des adultes de <i>Piona uncata</i> des Ruines Romaines.	63
49	Biométrie du corps, gnatosome et la plaque excrétrice des larves de <i>Piona uncata</i> du lac Tonga.	65
50	Biométrie des coxa des larves de <i>Piona uncata</i> du lac Tonga.	65
51	Biométrie des pattes des larves de <i>Piona uncata</i> du lac Tonga.	66
52	Biométrie du corps et de la plaque génitale des adultes de <i>Piona uncata</i> du lac Tonga.	68
53	Biométrie des pédipalpes droit et gauche des adultes de <i>Piona uncata</i> du lac Tonga.	68
54	Biométrie des coxa des adultes de <i>Piona uncata</i> du lac Tonga.	69
55	Biométrie des pattes des adultes de <i>Piona uncata</i> du lac Tonga.	69
56	Chétotaxie de trois parties du corps des larves de <i>Piona uncata</i> des Ruines Romaines	78
57	Les cinq segments de trois pattes des larves de <i>Piona uncata</i> des Ruines Romaines.	79
58	Chétotaxie de côté ventrale et dorsale des adultes de <i>Piona uncata</i> des Ruines	80

	Romaines.	
59	Chétotaxie des cinq segments des pédipalpes des adultes de <i>Piona uncata</i> des Ruines Romaines.	80
61	Chétotaxie des quatre pattes des adultes des adultes de <i>Piona uncata</i> des Ruines Romaines.	81
62	Chétotaxie des trois parties du corps de la larve de <i>Piona uncata</i> du lac Tonga.	82
63	Chétotaxie des cinq segments des trois pattes de la larve de <i>Piona uncata</i> du lac Tonga.	83
64	Chétotaxie de Coté ventrale, le coté dorsale des adultes de <i>Piona uncata</i> du lac Tonga.	84
65	Chétotaxie des pédipalpes des adultes de <i>Piona uncata</i> du lac Tonga.	84
66	Chétotaxie des segments des pattes des adultes de <i>Piona uncata</i> du lac Tonga.	85
67	Cycle de vie du moustique.	94
68	Nacelles d'œufs de <i>Culiseta</i> ( <i>Culiseta longiareolata</i> ).	95
69	Morphologie générale d'une larve du 4 <sup>ème</sup> stade de Culicinae. A = la tête, B = le siphon.	96
70	Nymphe de <i>Culex pipiens</i> .	97
71	Morphologie générale d'un adulte de <i>Culex pipiens</i> .	98
71	Une larve d'Odonate	100
72	Une adulte d'Odonate.	100
73	Mollusque <i>Galba trunculata</i> Müller 1774.	101
74	Mollusque <i>Planorbis corneus</i> Linneaus en 1758.	101
75	Essais de prédation.	102
76	Test de prédation.	103
77	Temps de respiration aquatique de chaque individu de <i>Piona uncata</i> Koenike 1888.	105
78	Potentiel de prédation d'un (1) individu d'hydracarien à l'égard des larves de <i>Culex pipiens</i> dans un milieu filtrée.	106
79	Potentiel de prédation de 3 individus d'hydracariens à l'égard des larves de <i>Culex pipiens</i> dans un milieu filtrée.	107
80	Potentiel de prédation d'un (1) individu d'hydracarien à l'égard des larves de <i>Culex pipiens</i> dans un milieu composée.	107
81	Potentiel prédateur de 3 individus d'hydracariens à l'égard des larves de <i>Culex pipiens</i> dans un milieu composé.	108

82	Potentiel de prédation d'un (1) individu d'hydracarien à l'égard des larves de <i>Culiseta longioreolata</i> dans un milieu filtrée	109
83	Potentiel de prédation de 3 individus d'hydracariens à l'égard des larves de <i>Culiseta longioreolata</i> dans un milieu filtrée.	110
84	Potentiel de prédation d'un (1) individu d'hydracarien à l'égard des larves de <i>Culiseta longioreolata</i> dans un milieu composé.	111
85	Potentiel prédateur de 3 individus d'hydracariens à l'égard des larves de <i>Culiseta longioreolata</i> dans un milieu composé.	111
86	Larve d'Odonate Sympetrum.	117
87	Tritonymphes de <i>Piona uncata</i> Koenike 1888.	117
88	Nymphe de moustique parasitée.	119
89	Exuvie de nymphe parasité.	120
90	Escargots de <i>Planorbarius corneus</i> parasite.	121
91	Collection des Odonates adultes.	122
92	Pattes d'odonate parasitées	122
93	Larve accrochée au niveau du fémur de la patte d'odonate.	123
94	Aile d'odonate parasitée	123
95	Odonate parasités au niveau des nervures de l'aile.	124
96	Odonate parasités au niveau du thorax et des ailes.	124
97	Odonate parasités au niveau du thorax.	124

# Introduction Générale

## Introduction générale

La biodiversité peut être comprise comme une étude de la différence, à savoir ce qui distingue et par la même rend originale deux entités voisines dans l'espace ou dans le temps. La conservation de la biodiversité constitue un enjeu planétaire qui passe obligatoirement par une parfaite connaissance de la distribution de la faune et de la flore. Les Arthropodes jouant un rôle clé dans les écosystèmes forestiers, les responsables de la conservation de la nature doivent les prendre en considération au même titre que la grande faune et la flore (Couturier *et al.*, 1985). Les Arthropodes constituent le plus important embranchement d'animaux tant par le nombre d'individus présents sur terre dans tous les milieux, que par la diversité et le nombre d'espèces recensées sur notre planète: huit espèces animales sur dix sont des Arthropodes. On a en effet décrit plus d'un million d'espèces d'Arthropodes dont une très grande majorité d'Insectes. On retrouve les Arthropodes en abondance dans tous les habitats, des pics de montagne neigeux, aux fosses abyssales et des déserts aux forêts tropicales (Morin, 2002).

Les Arachnides représentent les premiers Arthropodes terrestres et forment la plus importante classe parmi les Chélicérates, comme ils constituent un groupe très hétérogène et polyphylétique. La diversité du groupe, en rapport avec son immensité est considérable tant sur le plan des formes que des comportements et des biotopes fréquentés. Tous les régimes alimentaires se rencontrent dans le groupe: prédateurs, saprophages, phytophages, parasites, commensaux, doués d'une fécondité prodigieuse et d'un remarquable pouvoir d'adaptation. Les Acariens aquatiques, connu aussi sous le nom *Hydrachnellae*, d'*Hydrachnidia*, sont considérés comme un groupe monophyletic, d'après Di Sabatino *et al.*, (2000 b), leur origine présume d'un ancêtre terrestre du sous ordre des Parasitogona, qui a plus tard envahi les environnements aquatiques. Les dates de l'origine du groupe tendent de la période Jurassique-Triassique. L'organisation des cycles de vie et de développement ontogénétique, ont permis la dispersion du groupe et une diversification élevée des environnements aquatiques occupés (Smith & Cook, 1991). Ils sont parfois très colorés, avec trois paires de pattes pour les larves et quatre paires pour les adultes. Le dimorphisme sexuel chez certains genre n'est pas assez net (Walter & Proctor, 1999; Bendali-Saoudi, 2006). Environ 200 espèces représentant 30 genres et 20 familles vivent dans tous les types d'eau douce, à partir des trous d'arbres, à des sources chaudes dans les lacs profonds, aux chutes d'eau torrentielles et certains ont également envahit les océans et les eaux saumâtres, se sont les halacarides, (Baker & Warton, 1959; Cook, 1974). Actuellement, on a recensé plus de 5 000 espèces d'hydracariens dans le monde, appartenant à plus de 300 genres

(Viets, 1987; Cook & Smith, 2001). C'est un groupe de neuf superfamilles et plus de 40 familles (Cook, 1974; Smith & Cook, 1991).

Leur classification systématique est une spécialisation fortement divergente. Elle se fait en majorité sur la distinction des groupes semblables, selon les différentes structures chitineuses du corps de l'adulte et celles des larves, leurs comportements et leurs biologies. Ils sont caractérisés par un cycle de vie spécifique, unique. Les Acariens aquatiques, ont un cycle de vie extrêmement complexe (Smith & Cook, 1991). Les œufs sont pondus dans l'eau, soit sur la surface de substrats tels que les pierres, la végétation, ou à l'intérieur du tissu végétal vivant (*Hydrachna*), ou dans les tissus des éponges d'eau douce et les coquilles des moules (*Unionicolidae*; *Pionidae*; *Najadicola*). Le cycle biologique des *Hydrachnidia* comporte une étape larvaire hétéromorphe, hétérotroupe parasite, deux stades inactifs de chrysalide, considérés comme des étapes de repos (proto- et tritonymphe) et deux étapes de vie libre et prédateurs (deutonymphe et adulte) tous octopodes (Di Sabatino *et al.*, 2000b). Ils sont souvent associés à la végétation (Ferradas *et al.*, 1987).

Les Hydracariens sont des bio- indicateurs importants dans le changement du biotope, en raison de leur sensibilité élevée aux paramètres physicochimiques du milieu, ainsi que les interactions robustes avec d'autres organismes, en particulier les Insectes aquatiques et semi-aquatiques (Proctor, 1991; Proctor, 1992). Ils sont spécialisés pour exploiter une gamme étroite de régimes, notamment les organismes qu'ils parasitent et leurs proies. On peut les considérer comme de véritables indicateurs écologiques du fait de leur préférences d'habitat, mais aussi parce que ces organismes sont étroitement liés aux autres composantes biologiques de l'écosystème, par des rapports complexe de prédation de phoresie et de parasitisme (Cook, 1974). Les résultats de ces études, ainsi que les observations de l'échantillonnage d'une grande variété d'habitats en Amérique du Nord et ailleurs, ont conduit à la conclusion que leurs diversité est considérablement réduite dans les habitats qui ont été dégradés par la pollution chimique, ou de troubles physiques (Smith & Cook, 1991). Les larves des Hydracariens sont des ectoparasites, ces associations parasitaires ont été examinées par Smith et Oliver (1976; 1986) et Smith (1988). Tandis que les stades actifs post-larvaires (deutonymphes; adultes) sont des prédateurs de petits invertébrés, (Proctor & Pritchard, 1989). Les premiers travaux sur les Hydracariens d'Algérie ont été réalisés par Gros (1904) et les frères Sergent (1904), leurs travaux sur les moustiques les ont conduits à l'observation de larves d'Hydracariens sur différentes partie du corps des *Culicidae*.

Parmi les Arthropodes, la classe des Insectes est d'une importance capitale dans la biodiversité et représentent le groupe le plus riche en espèces. Ils sont les premiers à avoir peuplé la terre. On trouve, par exemple des insectes phytophages, décomposeurs, pollinisateurs, prédateurs, parasites ou vecteurs d'organismes pathogènes. En terme d'importance épidémiologique mondiale pour l'homme, les

moustiques sont considérés comme le premier groupe de vecteurs de maladies, le second groupe étant celui des Acariens suivi par les Tiques et enfin les Puces (Lecointre, 2001). Parmi les Insectes, la famille des Culicidae présentent un intérêt médical et vétérinaire, ils sont responsables de la transmission de plusieurs agents pathogènes, causant chez l'homme et les animaux plusieurs maladies dont le paludisme. Cependant, avec 216 millions de cas de paludisme qui ont causé 655 000 décès, le paludisme reste la maladie parasitaire tropicale la plus importante. Elle concerne 36% de la population mondiale dans plus de 90 pays ou territoires. Plus de 90% des cas et des décès concernent l'Afrique sub-saharienne, en particulier chez les enfants de moins de 5 ans (Aubry, 2013). La malaria est donc une principale cause de mortalité et de morbidité dans le monde (Kaufman *et al.*, 2011) transmise par les moustiques, en plus les filarioses lymphatiques avec 120 cas, la dengue avec 50 millions de cas, le West Nil et enfin la fièvre de la vallée du Rift. Pour lutter contre ce vecteur redoutable l'homme a utilisé la lutte chimique, avec essentiellement des pesticides de synthèse, qui continue à être le moyen majeur de contrôle (Casida & Quistad, 1998). Cependant les effets secondaires des insecticides conventionnels et les impératifs environnementaux (Paoletti & Pimentel, 2000), ont encouragé la recherche de méthodes alternatives comme la lutte biologique. Ainsi des organismes vivants tel que les bactéries entomopathogènes; invertébrés et vertébrés ont été utilisés dans la lutte biologique antilarvaire (Larget & De Barjac, 1981; Lacey & Orr, 1994; Bendali-Saoudi, 2006). Parmi, les mesures de contrôle biologique, on a intégré la protection des êtres humains avec conservation de la biodiversité, tout en évitant les effets toxicologiques et les risques écotoxicologiques (Zaidi & Soltani, 2011). Par conséquence, le pouvoir réglementaire de l'écosystème est maintenu en protégeant la communauté existante de prédateurs de moustique, tel que les poissons d'eau douce culiciphages, *Gambusia affinis* Baird & Girard 1853, *Pseudophoxinus callensis* Pellegrin 1921 et *Pseudophoxinus guichenoti* Pellegrin 1921 (Bendali-Saoudi *et al.*, 2001; Zaidi & Soltani, 2011). Les Hydracariens se sont les ennemis naturels des Culicidae et vivant dans le même biotope (associés). Ces derniers participent également à la régulation des populations Culicidiennes. En effet, les adultes sont prédateurs de larves de Culicidae, tandis que les larves d'hydracariens sont des ectoparasites d'adultes (Smith *et al.*, 1991; Bendali-Saoudi, 2006). D'autre part parmi les bactéries entomopathogènes du moustique, la delta endotoxine, sécrétée par le *Bacillus thuringiensis israelensis* sérotype H14, qui a fait l'objet de plusieurs travaux (De Barjac,

1978 a, 1978 b, 1978 c; De Barjac *et al.*, 1980; Bendali-Saoudi, 1989; 2006). Du fait que les Hydracariens sont des prédateurs d'Insecte, plusieurs travaux se sont entrepris, dans le cadre de la lutte biologique anticulicidienne, effectués au niveau de notre laboratoire (Bendali-Saoudi, 1989; 2001; 2006; 2013).

L'objectif de notre travail est de réaliser un inventaire concernant les Hydracariens vivant dans deux sites protégés les Ruines Romaines d'Annaba, qui est un site sub urbain hypogé et le Lac Tonga d'El

Kala, site rural épigé. L'échantillonnage a été réalisé pendant une année de Novembre à Octobre de l'année (2011). Une étude physico-chimique de l'eau des différentes stations (la Température, le PH, la Conductivité et l'Oxygène dissous) a été réalisée mensuellement au niveau du laboratoire central (SEATA).

La deuxième partie a été portée sur les individus échantillonnés. Une étude morphométrique, des critères les plus importants utilisés dans l'identification systématique, ainsi qu'une étude chétotaxique a concerné les larves, pour donner d'éventuelles caractéristiques spécifiques concernant l'espèce abondante de notre région.

La dernière partie de l'étude s'est orientée vers l'efficacité des adultes d'Hydracariens dans la lutte biologique larvaire anticulicidienne, elle vise donc à étudier le contrôle des ennemis naturels et à déterminer le potentiel prédateur de l'espèce abondante *Piona uncata* à l'égard des quatre stades larvaires de deux espèces de moustiques *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*, les plus communes dans la région d'Annaba. Ensuite une étude à porté sur le parasitisme larvaire des hydracariens, vis à vis les larves et les adultes d'Odonates et des Mollusques aquatiques, récoltés au niveau des deux sites d'étude. Nous avons ralisées deux expériences concernant le parasitisme larvaire de *Piona uncata* chez deux espèces de Mollusques et voir si ces deux espèces, présentent des hôtes *Galba trunculata* Müller 1774 et *Planorbarius corneus* Linneaus 1758, ainsi que les stades larvaires de *Culex pipiens*.

# **Chapitre 1**

**Etude bioécologique et systématique des  
Hydracariens.**

# **Introduction**

# Chapitre 1: Etude bioécologique et systématique des Hydracariens.

## 1.1. Introduction

Les Hydracariens d'Algérie sont très peu connus, seulement quelques informations ont été données par Walter, 1925 a publié dans le bulletin de la société d'histoire naturelle d'Afrique du Nord dans quarante-neuf pages, les espèces qu'il a rencontrées. Les Hydracariens se trouvent actuellement dans le groupe des Hydrachnidia, ils appartiennent donc à la classe des Arachnides et la sous-classe des Acariens, ils sont présents dans les milieux aquatiques, formant deux groupes, ceux des eaux douces appelés Hydrachnidia et ceux des eaux saumâtres appelés Alacharidae. Les Hydrachnidia ont un cycle de vie extrêmement complexe, les larves hexapodes parasites de la faune aquatique associée et les adultes octopodes prédateurs (Smith & Cook, 1991; Bendali-Saoudi, 2006). Les Hydrachnidia comprennent plus de 6000 espèces, décrites dans plus de 40 familles dans le monde entier. Traditionnellement, Hydrachnidia a été considéré comme un groupe polyphyletic ou diphyletic, dans les Parasitengona (Viets, 1936 a; Kethley, 1982; Moritz, 1993). La systématique des Hydracariens est une spécialisation fortement divergente. Elle se fait en majorité sur la classification des groupes de caractères semblables, concernant les différentes structures chitineuses du corps de l'adulte et celui de la larve, leur comportement, et leur biologie. Sparing (1959) et Barr (1972) ont considéré les Hydrovolzioidea, comme un sous-groupe, qui pourrait avoir évolué indépendamment des autres Parasitengona terrestre. Une étude a été fondée sur la morphologie, des larves et des systèmes génitaux mâles. Seulement la détection des papilles génitales (acetabula) chez *Hydrovolzia placophora*, ont toujours été négligées au paravant, par Alberti & Bader (1990), ce qui a laissé les Hydrovolzioidea dans une position moins distincte. Afin de collaborer à l'étude taxonomique des hydrachnidia de l'Algérie, notre étude a été consacrée à l'identification systématique des Hydracariens au niveau des Ruines Romaines d'Annaba et du lac Tonga situé dans la région d'El Kala (Nord-est de l'Algérie). L'identification a été réalisée selon les clés dichotomiques de Krantz (1975; 1978); Perrier (1979), et Smith (1976). L'espèce *Piona uncata* Koenike 1888 a été inventoriée dans le premier site. Alors que dans le deuxième site les six espèces inventoriées, appartiennent à cinq familles. D'autre part, une analyse de quatre paramètres physico-chimiques de l'eau a été réalisée pour déterminer l'influence de ces derniers sur la biodiversité des Hydracariens.

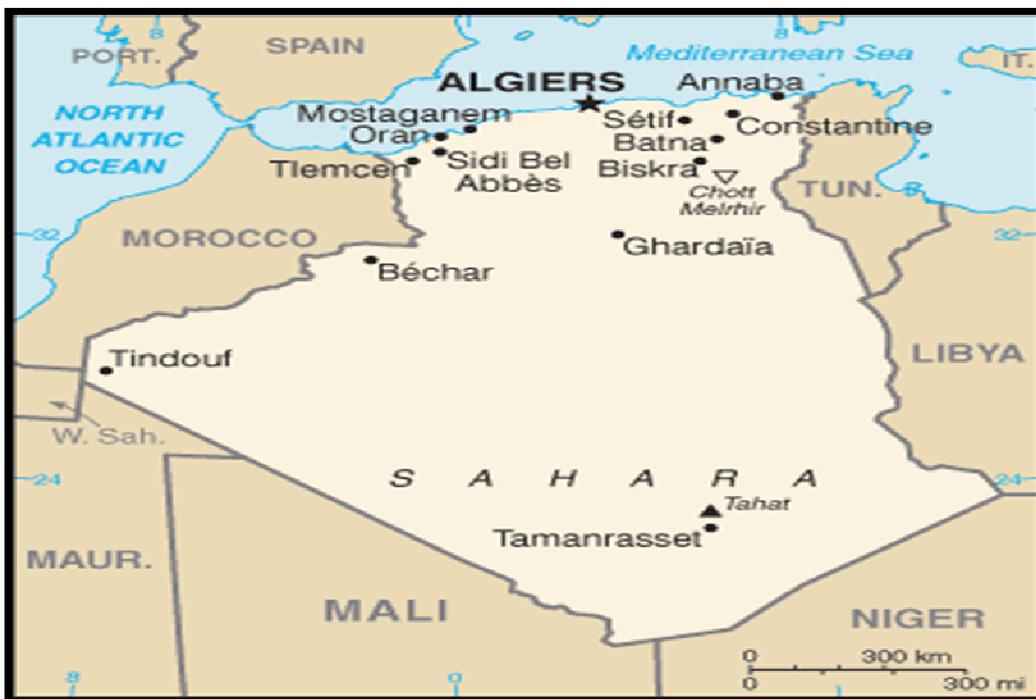
# **Matériels et Méthodes**

## 1.2. Matériels et Méthodes

### 1.2.1. Présentation des régions d'études:

#### 1.2.1.1. Ville d'Annaba:

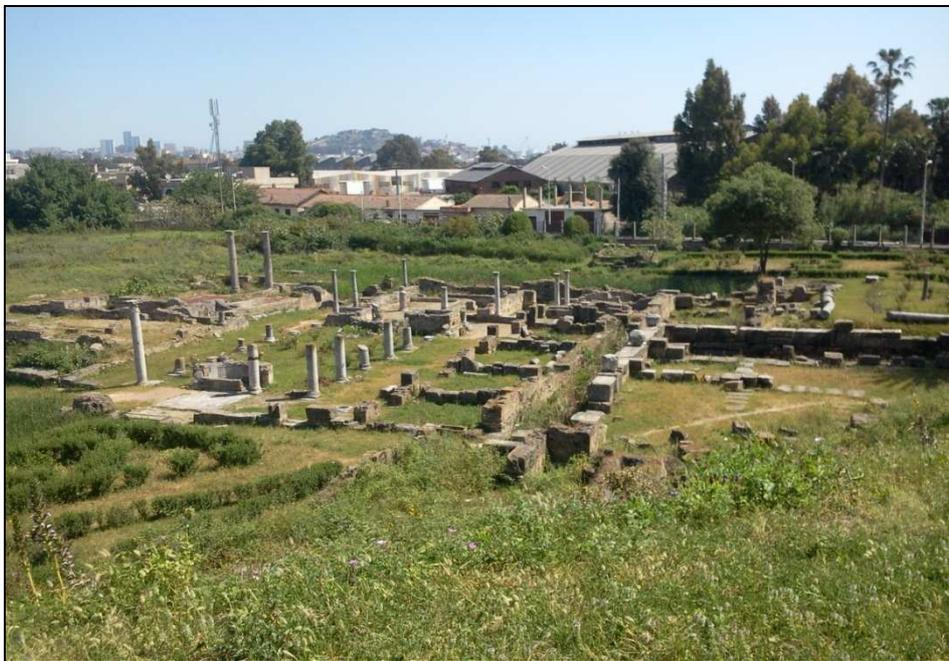
Se situe à 600 km de la capitale Alger et à environ 100 km de la frontière tunisienne, à l'extrême Est du pays. Elle couvre une superficie de 1411,98 km<sup>2</sup>. La wilaya de Annaba est limitée géographiquement par: la Méditerranée au Nord, la wilaya de Guelma au Sud, la wilaya d'El-Tarf à l'Est et la wilaya de Skikda à l'Ouest. Cette région est caractérisée par la présence d'un versant raide et une hydrographie dense et ramifiée à écoulement temporaire qui convergeant, forme des oueds à faible débits qui peuvent inonder en hiver (grand crues) certaine zone de la plaine à sol marécageux (Fig. 1).



**Fig. 1:** Localisation et limite géographique de la région Annaba (www.Algérie-carte.jpg).

**Les Ruines Romaines d'Hippone:** Hippone est une ville antique dont les vestiges sont, tant historiquement qu'archéologiquement, originaux et complexes. Leur lecture n'est pas aisée, parce que la ville n'est pas fondée selon le mode romain. Le site de l'antique Hippone est situé au Sud-ouest d'Annaba, à 3 km environ du centre ville. Il se situe dans la plaine, enserré entre les deux cours inférieurs de l'oued Boudjema et ses différents bras: au Nord-ouest et de l'oued Seybouse au Sud-est. L'ensemble antique et contemporain s'ouvre à l'Est sur la baie d'Annaba, à l'Ouest il est

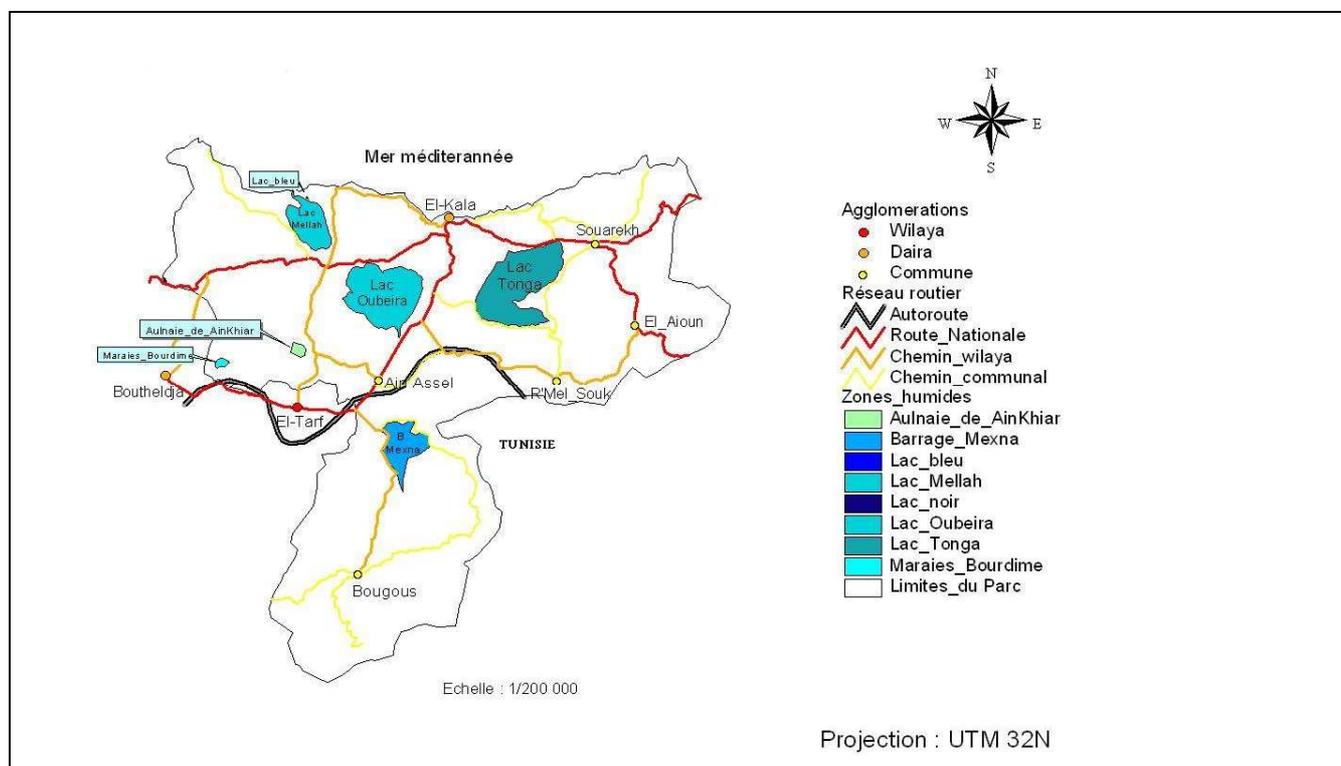
bordé par la colline et la plaine au pied des monts du Zaghough (l'Edough). A l'intérieur du site archéologique d'Hippone, les ruines s'étendent entre deux collines; à l'Ouest, celle appelée colline de Saint-Augustin avec 55 m d'altitude, dont 10 m ont été rasés à la fin du siècle dernier. A l'Est, la colline de Gharf El Artran (28 m). L'altitude générale à laquelle se trouve les ruines est de 2 à 3 m, quant à la superficie du site elle est d'environ 9 Hectares (Dahmani, 1993). Les Ruines datent de l'époque romaine, les constructions sont de marbre blanc, le sol quant à lui est formé de dalles enserrées les unes aux autres. Le site archéologique est encore très nettement marqué par la présence des eaux, à l'Est: le delta et la mer; à l'Ouest et au Sud: les cours d'eaux et les zones marécageuses, notamment en hiver (Gsell, 1997). Il est certain qu'au premier siècle avant et après J.C., la mer et les deltas des oueds couvraient l'espace qui va de la route N°16 (route El-Hadjar, Souk-Ahras) vers la mer. En effet, les ruines d'Hippone rassemblent les vestiges suivants: Le quartier résidentiel dont la plupart des mosaïques est exposé au musée. La Grande Basilique Chrétienne de Saint Augustin, érigée au sommet d'une colline près des ruines sur l'emplacement du Temple Païen de Baal hammon. Elle fut construite vers, 1880 et est une réplique de la cathédrale de Carthage. Les grands thermes dont une partie des statues est exposée au musée. Cependant six stations ont été choisies au niveau du quartier du Forum (Fig. 2), pour la réalisation de notre échantillonnage.



**Fig. 2:** Site d'étude Hippone d'Annaba, (Photo personnelle).

### 1.2.1.2. La région d'El-Kala :

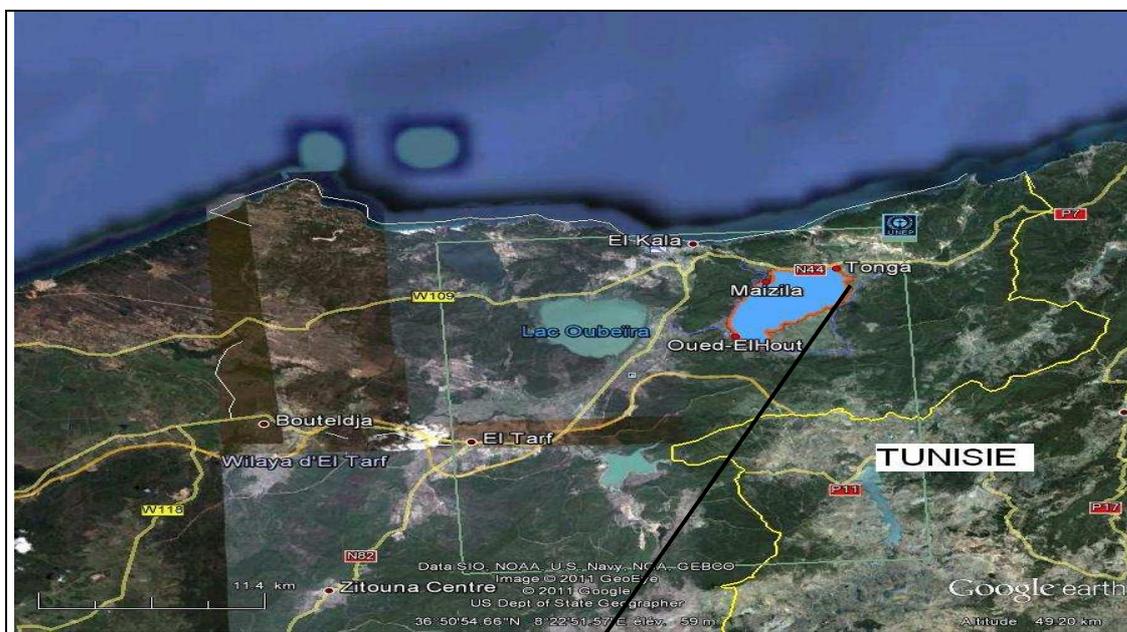
Notre étude réalisée au sein du Parc national d'El Kala (PNEK), localisé à l'extrême Nord-est algérien qui couvre 80.000 hectares environ. Ce dernier a été créé le 23 juillet par le décret N°:83- 462 et érigé comme réserve de la biosphère par L'U.N.E.S.C.O. le 17 décembre 1990, il abrite le complexe humide le plus important de l'Afrique du Nord. Elle est limitée à l'Est par la frontière Algéro - Tunisienne; au Nord par la mer Méditerranée, à l'Ouest par l'extrémité de la plaine alluviale d'Annaba et les collines de djebel koursi et enfin au Sud par les contreforts des monts de la Medjerda (B.N.E.F, 1985); (Fig. 3).



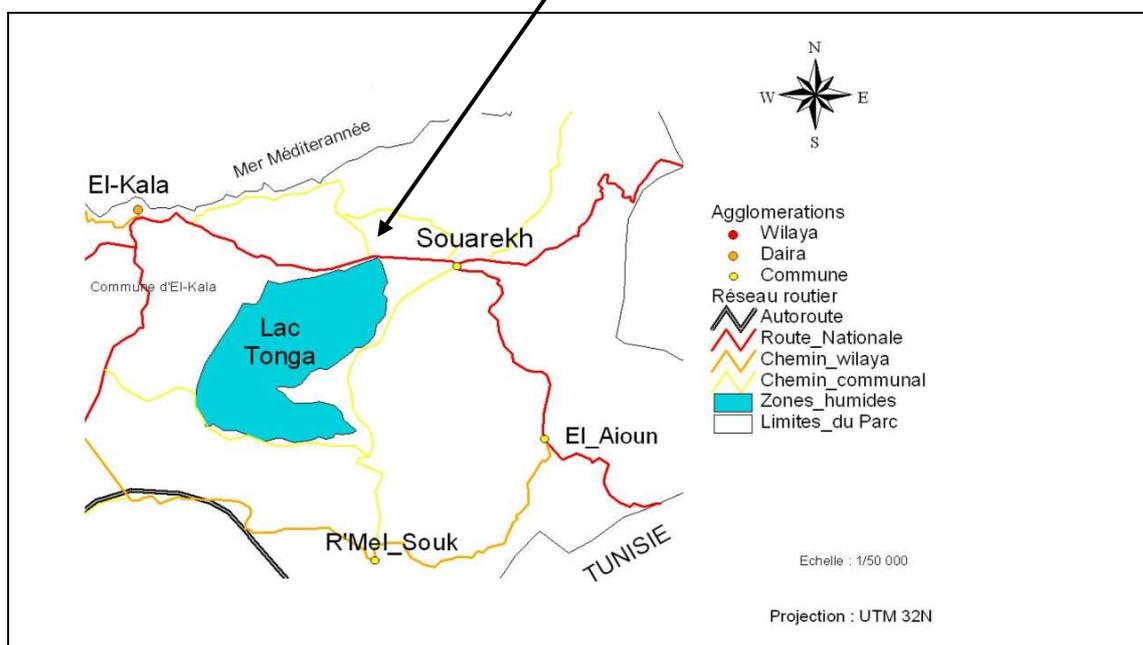
**Fig. 3:** Situation de la zone d'étude, El Kala (PNEK, 2011).

**Lac Tonga:** est une zone d'importance internationale unique dans la région méditerranéenne. Il est inscrit depuis 1982, sur la liste Ramsar, il est également partie intégrante de la réserve de la biosphère. Situé à 36°51 N et 08°30 E et occupe une vaste dépression côtière, d'une superficie de 2600 hectares. Il s'étend sur 7,5 km de long et 4 Km de large. Au Nord-nord-ouest, il est limité par un Djebel culminant à 167 m à Argoub Ereched, à l'Ouest, il est limité par la ligne de partage des

eaux séparant les deux bassins versant des lacs Tonga et Oubéira. A l'Est par la frontière Algéro-Tunisienne. D'après Gehu (*et al.*, 1993), le lac Tonga est une étendue d'eau douce endoréique, rendue momentanément exoréique par divers travaux effectués depuis un siècle, mais apparemment abandonnés. Nos prélèvements ont été réalisés, durant une année s'étendant de Novembre 2010 à Octobre 2011, effectués dans cinq stations, situées sur la périphérie (lizière) du lac Tonga (Fig. 4).



(A)



(B)

**Fig. 4:** Position géographique du lac Tonga.

(A): Vue d'ensemble, du lac Tonga selon (Google earth).

(B): Localisation du site d'étude, Lac Tonga (PNEK, 2011).

## 1.2.2. Caractères climatiques des régions d'études:

### 1.2.2.1. Données climatiques de la région d'Annaba:

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

**Température:** Ce paramètre est en général influencé par l'altitude, l'exposition, l'orientation du relief, l'éloignement de la mer, de la réverbération au sol ainsi que par le couvert végétal (Chabi, 1998). La région se caractérise par des amplitudes thermiques élevées entre les extrêmes les plus froides: 11,5°C en Janvier 2010; 11,2 °C en Janvier 2011 et les plus chaudes 25,3°C le moi d'Aoutde l'année 2010 et de même pour l'année 2011 (Tableau 1). D'une manière générale, la température situe la région d'étude dans le méditerranéen chaud avec une amplitude thermique élevée entre les extrêmes les plus froides et les plus chaudes. Les températures les plus basses sont enregistrées en altitude dutrant l'hiver avec 5 à 6 mois de gelée blanche par an. Au niveau de la mer, les températures descendent très rarement à 0°C. Les mois les plus froids sont Janvier et Février, alors que Juillet et Aout sont les plus chauds. Durant la période chaude (Juillet, Aout), les températures élevées sont dues au sirocco (De Belaire, 1990).

**Tableau 1:** Températures mensuelles de la région d'Annaba. Source: station météorologique. Unité: degrés Celsius (°C).

Année	Jan.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juil.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Moy.
2010	11,5	12,5	12,9	15,6	17,7	21,3	25,2	25,3	22,7	19,1	15,4	12,5	17,6
2011	11,2	10,9	12,8	16,1	18,4	21,7	25,3	25,3	23,7	19,5	16,0	12,5	17,8

**Pluviosité:** Elle est conditionnée par les perturbations cycloniques d'origine atlantique de l'Ouest et du Nord-est et les dépressions qui prennent naissance en méditerranées occidentale, généralement centré dans le périmètre du golf de Gène- Corse - Sardaigne, ce second phénomène n'affecte en général, que la partie orientale du Tell algérien et est à l'origine, de son statut de région la plus humide d'Algérie (Benyacoub, 1993). Seltzer en 1946, remarque que les pluies qui tombent en Algérie sont pour la plupart d'origine orographique. Le tableau 2 présente les résultats des précipitations de l'année 2010, qui varie entre 0,0 mm et 120,7 mm et ceux de l'année 2011 varie entre 0,0 mm et 122,0 mm.

**Tableau 2:** Les précipitations dans la région d'Annaba. Source: Station météorologique. Unité:mm.

Année	Jan.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juil.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
2010	89,8	53,5	60,0	32,4	40,6	19,3	0,0	1,1	27,0	99,0	120,7	40,7	584,1
2011	51,4	122,0	84,7	56,5	85,0	6,9	3,5	0,0	36,5	108,5	59,3	85,0	699,3

**Humidité relative de l'air:** Ce paramètre joue un rôle important dans le conditionnement de l'évaporation. Elle atténue la sécheresse et par conséquent elle influence les conditions de développement de la végétation. L'humidité de la région d'étude de l'année 2010 varie de 62% à 82% et en ce qui concerne l'année 2011, l'humidité maximale est observée au mois de Novembre avec 83 %, l'humidité minimale avec 71%. Ce paramètre dont les valeurs sont relativement élevées à proximité du littoral, atteint des valeurs plus fortes ou élevées au couché du soleil, habituellement dans les mois les plus froids (Tableau 3).

**Tableau 3:** Humidité de la région d'Annaba. Source station météorologique. Unité: %.

Année	Jan.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juil.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Moy.
2010	78	62	79	82	78	75	74	73	74	80	77	71	75,25
2011	81	80	81	81	80	78	71	74	78	78	83	81	78,83

**Vents:** Les vents les plus fréquents soufflent du secteur Nord-ouest suivant la direction Nord-ouest, ils sont relativement stable depuis le quaternaire récent; les plus violents sont ceux du Nord-est souvent liés aux pluies d'équinoxes qui apportent les précipitations les plus importantes, venue de l'Atlantique, lorsque les hautes pressions du large des Açores ont cédé le pas aux basses pressions venues de l'Atlantique. Le tableau4présente la valeur maximale de l'année 2010 est 4,2 m/s et minimale 3,0 m/s mais pendant l'année, 2011 les valeurs de vents varient entre 3,1 m/s à 4,2 m/s.

**Tableau 4:** Vitesse du vent de la région d'Annaba.Source: station météorologique. Unité: m/s.

Année	Jan.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juil.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Moy.
2010	4,2	3,2	3,1	3,0	3,2	3,3	3,3	3,3	3,2	3,0	3,0	3,2	3,3
2011	3,3	4,2	3,9	3,8	3,7	3,8	4,1	3,9	3,9	3,8	3,1	4,0	3,8

### 1.2.2.2. Données climatique d' El -Kala:

Pour caractériser le climat de notre zone d'étude, nous avons utilisé les données météorologiques de la station limitrophe d'El Kala:

**Température:** De manière générale, Seltzer, (1946) souligne que: «...dans toute l'Algérie (Sahara non compris), la température moyenne est de novembre à avril, inférieur à la moyenne annuelle; elle lui est supérieur de mai à octobre.... ». On peut donc diviser l'année en un semestre froid et un semestre chaud, (De Belair, 1990). La température est un facteur qui agit sur la répartition des espèces, (Dreux 1980). Au niveau de notre site d'étude la valeur maximale est de 31,7°C et la valeur minimale est de 8,4°C (Tableau 5).

**Tableau 5:** Température mensuelles de la région d'El Kala. Source: Station météorologique. T.min.: Température minimale; T.moy.: Température moyenne; T. max.: température maximale; unité : degrés Celsius (C°). Année: 2011.

Mois	Jan.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juil.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
T.min.	9.7	8.9	8.9	11.3	11.3	17.6	21.6	22.5	20.4	15.7	11.5	8.4
T.max.	17.2	17.4	17.4	22.0	22.1	26.6	30.6	31.7	24.4	25.7	20.7	16.2
T.moy.	13.2	13.1	13.3	16.9	16.2	21.8	26.0	27.2	24.7	21.0	16.0	12.3

**Précipitations:** La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale qui intervient non seulement, dans le fonctionnement des écosystèmes mais également dans leur répartition. Une des caractéristiques de la pluviosité dans la région réside dans sa grande variabilité annuelle, saisonnière et mensuelle, c'est une caractéristique du climat méditerranéen avec une concentration de la totalité des précipitations sur quelques mois de l'année. Ce phénomène de variabilité a pour corollaire une forte intensité et un caractère orageux des chutes de pluie, caractère qui n'est pas sans effet sur le relief du Tonga dont la dissection témoigne d'une érosion intense (Benyacoub & Chabbi, 2000). Les valeurs de notre site varient de 5,1 mm pendant le moi de Juillet à 140,6 mm en Decembre de l'année 2011 (Tableau 6).

**Tableau 6:** Précipitation moyenne de la région d'El Kala. Source : station météorologique. Unité: mm. Année: 2011.

Mois	Jan.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juil.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Précipitations (mm)	13,6	18,1	119,1	38,8	38,7	10,7	5,1	5,3	94,0	58,5	113,6	140,6

**Humidité:** La proximité de la mer jouant le rôle de condensateur des masses d'air tropical. Ce paramètre dont les valeurs sont relativement élevées à proximité du littoral, atteint les valeurs les plus fortes au lever et au coucher du soleil et habituellement dans les mois les plus froids (Janvier et Décembre). Cette humidité élevée de l'air, même en période estivale, explique que la région puisse être plongée dans un voile de brume; véritable compensation pour les végétaux ne bénéficiant presque d'aucune précipitation durant l'été (Toubal, 1986). L'humidité de la région d'El Kala durant l'année 2011 varie entre 62% à 81% (Tableau 7).

**Tableau 7:** Humidité moyenne mensuelles de la région d'El Kala. Source: station météorologique. Unité: (%). Année: 2011.

Mois	Jan.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juil.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Humidité	78	74	7	77	77	77	72	72	77	81	81	62
%												

**Vent:** Jouant un très grand rôle dans la région, ils sont relativement stables depuis le quaternaire récent; les plus violents sont ceux du Nord-est souvent liés aux pluies d'équinoxes, qui apportent les précipitations les plus importantes venues de l'Atlantique. D'une manière générale la période hivernale se caractérise par des régimes de Nord et de Nord-ouest forts. En revanche, la période estivale se caractérise par des vents de Nord-est et Sud ou Sud-est chauds. Le sirocco, qui souffle environ 14 jours par an, a une influence très importante sur le cycle de l'eau dans la nature, il augmente l'évaporation et favorise la sécheresse et l'apparition de violents incendies de forêts (Dajoz, 1971).

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

## **Biodiversité du lac Tonga:**

**Flore:** Le bassin versant du lac Tonga se trouve dans l'étage bioclimatique de végétation méditerranéen subhumide tempéré au Nord, dans l'humide doux et l'humide chaud au Nord-est, dans l'humide tempéré au Sud et à l'Est; ses collines occidentales sont communes avec celles du lac Oubeira (De Belair, 1990). La flore du lac Tonga représentée par 81 espèces appartenant à 31 familles qui forment 14 groupements végétaux. Abbaci (1999) a réalisé une cartographie de la végétation du lac et a échantillonné 309 espèces réparties, en 71 familles et 47 ordres. La végétation aquatique abondante de ce lac joue un rôle prépondérant dans la répartition des espèces d'oiseaux d'eau, en offrant à la fois l'abri et l'aliment. Elle est principalement composée par des îlots de *Thypha angustifolia*, *Iris pseudoacorus*, *Scripus lacustris*, *S. maritimus*, *Phragmites australis*, *Salix pedicellate* et *Sparganium erectum*. En printemps, nous assistons à l'émergence et la floraison, d'une hydrophyte très envahissante des espaces d'eau libres *Nymphaca alba*.

**Faune:** L'écosystème du bassin versant du Tonga, constitue une mosaïque d'habitat remarquable et un biotope favorable à l'installation ou la transition d'une faune riche et diversifiée à savoir:

**Les Mammifères:** La faune mammalienne du bassin versant du Tonga, tous écosystèmes confondus sont représentée par 37 espèces. Certaines de ces espèces sont rares et localisées. La loutre *Lutra lutra* espèce rare et menacée d'extinction, confinée au lac Tonga reste tributaire de l'intégrité de son biotope (Ghalmi, 1997). Le cerf de barbarie *Cervus elaphus barbarus*, seul grand mammifère du Maghreb tellien du Maroc à la Tunisie, en Algérie il est confiné au nord de la région frontalière Algéro-tunisienne et occupe donc toute la subéraie, la pineraie et la cocciferaie de bassin versant du Tonga et sa présence à l'intérieur des frontières algériennes est fortement liée à la présence d'eau dans le bassin versant, et le lac Tonga en périodes de sécheresse est l'unique point d'eau des deux côtés de la frontière.

**L'entomofaune:** Le lac Tonga recense 22 espèces d'odonates qui appartiennent à quatre familles taxonomiques: Lestidae, Coenagrillonidae, Aeshnidae et Libellulidae (Souache, 1993).

**L'avifaune du Tonga:** L'étude de l'avifaune du Tonga réalisée entre 1996 et 1998 a reconfirmé une fois de plus, la place et l'importance de ce site pour l'hivernage et la reproduction, d'un grand nombre d'oiseaux d'eau. Une richesse spécifique totale de 64 espèces ont été recensées. Le lac Tonga accueille classiquement en janvier près de 25000 Anatidés et Foulques et abrite la nidification de plusieurs espèces dont l'Erismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*), le Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*), la Talève sultane (*Porphyrio porohyrrio*), la Guifette moustac (*Chlidonias hybridus*) et une colonie composée hérons.

### **1.2. 3. Méthode d'échantillonnage:**

Les spécimens ont été récoltés à partir de cinq stations situées à la périphérie du lac Tong espacées d'environ 200 m (Fig. 5) et de six stations au niveau des Ruines Romaines (Fig. 6). Les prélèvements ont été effectués lors de deux sorties par mois pendant une année (2010-2011). Nous avons utilisé un filet et un grand sceau de 20 litres. Avant de passer aux prélèvements, nous observons soigneusement l'eau (Fig. 7). Il faut savoir que les hydrachnidia, sont des organismes nageurs et qui rampent sur les plantes aquatiques et la mousse. Tous refont surface pour respirer. L'eau prélevée est filtrée, et les spécimens récoltés seront disposés dans des récipients étiquetés (la date et la station seront mentionnées), comportant, l'eau du gîte bien fermés pour faciliter leur transport vers le laboratoire et d'éviter d'éventuelles changement des conditions biologique (Bendali-Saoudi, 2006).



Station 1



Station 2



Station 3



Station 4



Station 5

**Fig. 5:** Les Cinq stations d'étude au niveau du lac Tonga.



Station 1



Station 2



Station 3



Station 4

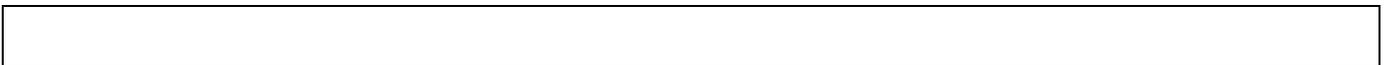


Station 5



Station 6

**Fig. 6:** Les six stations d'étude dans les Ruines Romaines d'Annaba.





**Fig. 7:** Méthodes de prélèvement.

#### 1.2.4. Analyse physico-chimique:

Une analyse physicochimique de l'eau des différentes stations a concerné quatre paramètres (conductivité, oxygène dissous, température et le PH) a été réalisée mensuellement, au niveau du laboratoire central SEATA (Société de l'Eau et de l'Assainissement d'Annaba et El Tarf). La conductivité déterminée par un conductimètre est souvent appelée « conductivité électrique », l'oxygène dissous dans les eaux à l'aide d'un oxymètre et enfin la température a été prélevée à l'aide d'un multi paramètre (Fig. 8).



**Fig. 8:** Les appareils de mesure des paramètres physico-chimiques.

#### 1.2.5. Indices écologiques :

Afin de caractériser le peuplement des Hydracariens dans les deux sites d'études, des paramètres écologiques ont été calculés pour connaître l'abondance, la richesse, la fréquence centésimale et la distribution d'abondance, des différentes espèces composant ce peuplement.

##### **Richesse totale (S)**

Très couramment utilisée pour la caractérisation des peuplements, la richesse totale est un paramètre statistiquement non interprétable, qui est la mesure d'une part de la complexité du milieu et d'autre part elle est fonction de la complexité de ce milieu, elle exprime la composition quantitative d'un peuplement et se calcule par le nombre total des espèces recensées, dans les relevés réalisés dans un milieu.

##### **Richesse moyenne (s)<sup>2</sup>**

La richesse moyenne constitue une seconde dimension fondamentale de la richesse, cette dernière exprime la moyenne du nombre d'espèces contactées dans l'ensemble des relevés c'est-à-dire le quotient du nombre total d'individu ( $K_i$ ) pour chacune des espèces sur le nombre total de relevés ( $N$ ) effectués:  $s = K_i / N$ .

##### **Diversité (H')**

La richesse spécifique est une mesure insuffisamment précise, de la composition quantitative d'un peuplement. A densité et richesse spécifique égales, deux peuplements peuvent présenter des structures très différentes. En bref, le concept de diversité spécifique prend en compte l'abondance relative des espèces en plus de leur nombre (Barbault, 1981).

Parmi les indices disponibles permettant d'exprimer la structure d'un peuplement, nous avons retenu l'indice proposé par Shannon et Weaver.

La diversité de chaque formation peut être calculée par la relation:

$$H' = - \sum_{i=1}^n P_i \text{Log} P_i \text{ où } P_i = n_i / N$$

Pi: La probabilité de présence d'une espèce dans un milieu (abondance relative)

ni: Effectif de l'espèce i

N: Effectif total du peuplement

H' est exprimé en Bit (Unité d'information binaire).

### **Equitabilité (E)**

Des peuplements à physionomie très différente peuvent avoir la même diversité. Aussi convient-il de calculer, parallèlement à l'indice H', l'équitabilité (E), en rapportant la diversité observée à la diversité théorique maximale (H'\_{max}).

$$E = H' / H'_{\max} \text{ ou } H'_{\max} = \text{Log} S$$

L'équitabilité varie de 0 à 1 : elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une espèce, elle tend vers 1 lorsque toutes les espèces ont une même abondance (Barbault, 1981). Autrement dit, ce paramètre constitue une expression du degré d'équitabilité du peuplement; plus il tend vers 1, plus le peuplement est équilibré.

### **Fréquence centésimale (F)**

La fréquence F permet d'étudier la distribution d'une espèce dans une région donnée et de dire si elle est commune, rare ou très rare.

Elle est donnée par la formule suivante :  $F = (n_i \cdot 100) / N$

ni : le nombre d'individus de l'espèce prise en considération

N : le nombre total d'individus

- Espèce commune: Présente dans plus de 50% de relevés.
- Espèce rare: Présente dans 25% à 50% de relevés.
- Espèce très rare: Présente dans moins de 25% de relevés.

# Résultats

### 1.3. Résultats

#### 1.3.1. Inventaires et étude du peuplement des Hydracariens au niveau des Ruines

##### Romaines:

Notre étude systématique a été basée sur les caractères morphologiques suivant les clés d'identifications dichotomiques de Remy (1979); krantz (1975; 1978) et Smith (1976). Les individus d'hydracariens identifiés ont été échantillonnés dans six stations choisies au niveau des Ruines Romaines d'Annaba. L'échantillonnage c'est étalé au niveau de ce site sub urbain pendant une année, de Novembre à Octobre de l'année 2011. Les résultats sont adressés dans le tableau 8. L'identification montre la présence d'une seule espèce *Piona uncata* Koenike 1888. Cette espèce se trouve enabondanceau niveau de la station 6 avec 97 individus, en revanche la station 2 étant la plus faible en effectif avec 7 individus.

**Tableau 8:** Inventaire des Hydracariens dans les Ruines Romaines:

Stations Mois	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5	Station 6
Non.	62	/	29	19	02	20
Déc.	06	/	07	25	06	14
Jan.	04	/	04	20	09	18
Fév.	04	/	06	03	/	17
Mar.	05	/	07	/	04	13
Avr.	12	07	04	12	/	12
Mai.	01	/	07	01	/	05
Jui.	/	/	03	/	01	/
Juill.	/	/	/	/	03	/
Août.	01	/	/	/	01	/
Sep.	/	/	/	/	/	/
Oct.	/	/	/	/	/	/
Totale	95	07	67	80	26	99

### 1.3.1.1. Indices écologiques des Ruines Romaines:

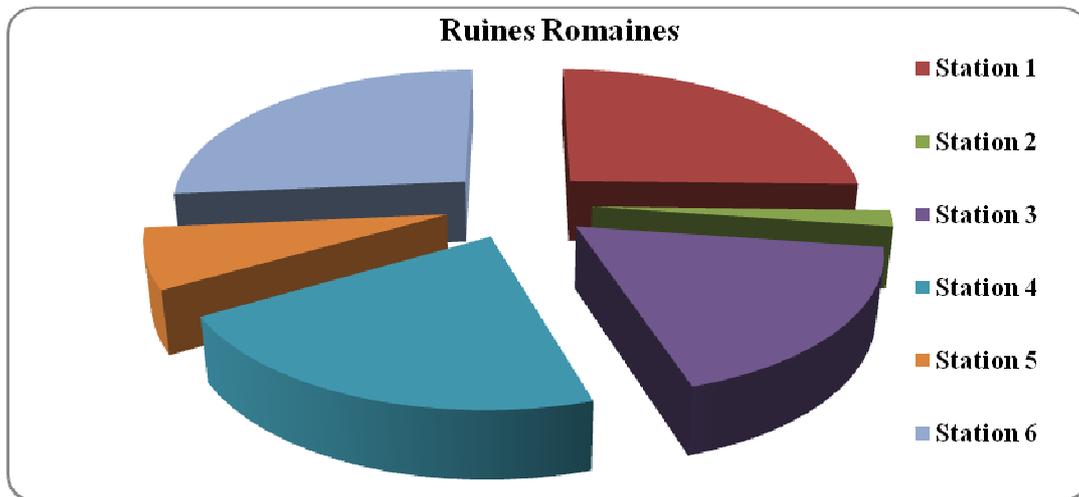
**Richesse totale et moyenne:** Les résultats mentionnés dans le tableau 9, font ressortir que la richesse totale, est limitée à une seule espèce, avec une abondance de 374 individus. Cette abondance est différente au niveau des six stations. La sixième station présente le nombre le plus élevé en espèce et la plus faible étant la deuxième station (Tableau 10); (Fig. 9).

**Tableau 9:** Richesse totale et moyenne des Hydracariens dans les Ruines Romaines.

Site Paramètres	Ruine Romaine
Nombre total d'individus	374
Nombre de relevés	24
Richesse total	1
Richesse moyenne	15,58

**Tableau 10:** Pourcentage des Hydracariens inventoriées durant l'année 2011.

Site Stations	Ruine Romaine
Station 1	25,40
Station 2	1,87
Station 3	17,91
Station 4	21,39
Station 5	6,95
Station 6	26,47



**Fig. 9:** Distribution de *Piona uncata* Koenike 1888 au niveau des Ruines Romaines.

### 1.3.2. Inventaires et étude du peuplement des Hydracariens au niveau du Lac Tonga :

Les prélèvements bimensuels, se sont étalés sur 12 mois (Novembre – Octobre) de l'année 2010, dans cinq stations choisies au niveau de la périphérie du lac Tonga. Le tableau 11, affiche une abondance relativement différente. Le mois de janvier est le plus riche en abondance avec 113 individus, le mois d'Aout étant le plus faible avec 1 individu. Les espèces récoltées appartiennent à cinq familles (Pionidae, Unionicolidae, Hydrachnidae, Eylaidae et Arrenuridae) et à six genres (*Piona*, *Forelia*, *Unionicola*, *Hydrachna*, *Eylais*, *Arrenurus*). Il s'agit des espèces *Piona uncata* Koenike 1888; *Forelia onondaga* Habeeb 1966; *Unionicola crassips* Mitchell 1955; *Eylais hamata* Koenike 1897; *Arrenurus (Arrenuru) balladoniensis* Halik 1940 et *Hydrachna cruenta* Muller 1776. L'espèce *Piona uncata* est la plus abondante pendant les premiers mois d'échantillonnage et la plus commune.

**Tableau 11:** Les espèces d'Hydracariens récoltées au niveau du lac Tonga par mois, par station et par espèces de Novembre – Aout: 2011.S: Station.

Mois	<i>Piona Uncata</i>					<i>Forelia Onondaga</i>					<i>Unionicola crassips</i>					<i>Hydrachna cruenta</i>					<i>Eylais Hamata</i>					<i>Arrenurus balladoniensis</i>					Totale
	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	
Nov.	8	18	23	28	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	77
Déc.	25	5	14	27	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	71
Jan.	18	42	25	17	11	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	113
Fév.	6	11	17	/	4	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	38
Mar.	14	24	12	1	5	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	56
Avr.	/	/	/	/	/	6	13	/	8	14	/	/	8	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	49
Mai.	/	/	/	/	/	4	3	1	2	/	/	/	5	/	/	/	/	/	/	/	2	/	/	/	/	1	/	/	/	/	18
Juin.	1	3	4	/	/	/	1	/	/	/	/	/	6	/	/	3	2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	20
Juil.	/	/	/	/	/	1	/	/	/	/	/	/	6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	07
Août.	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	01

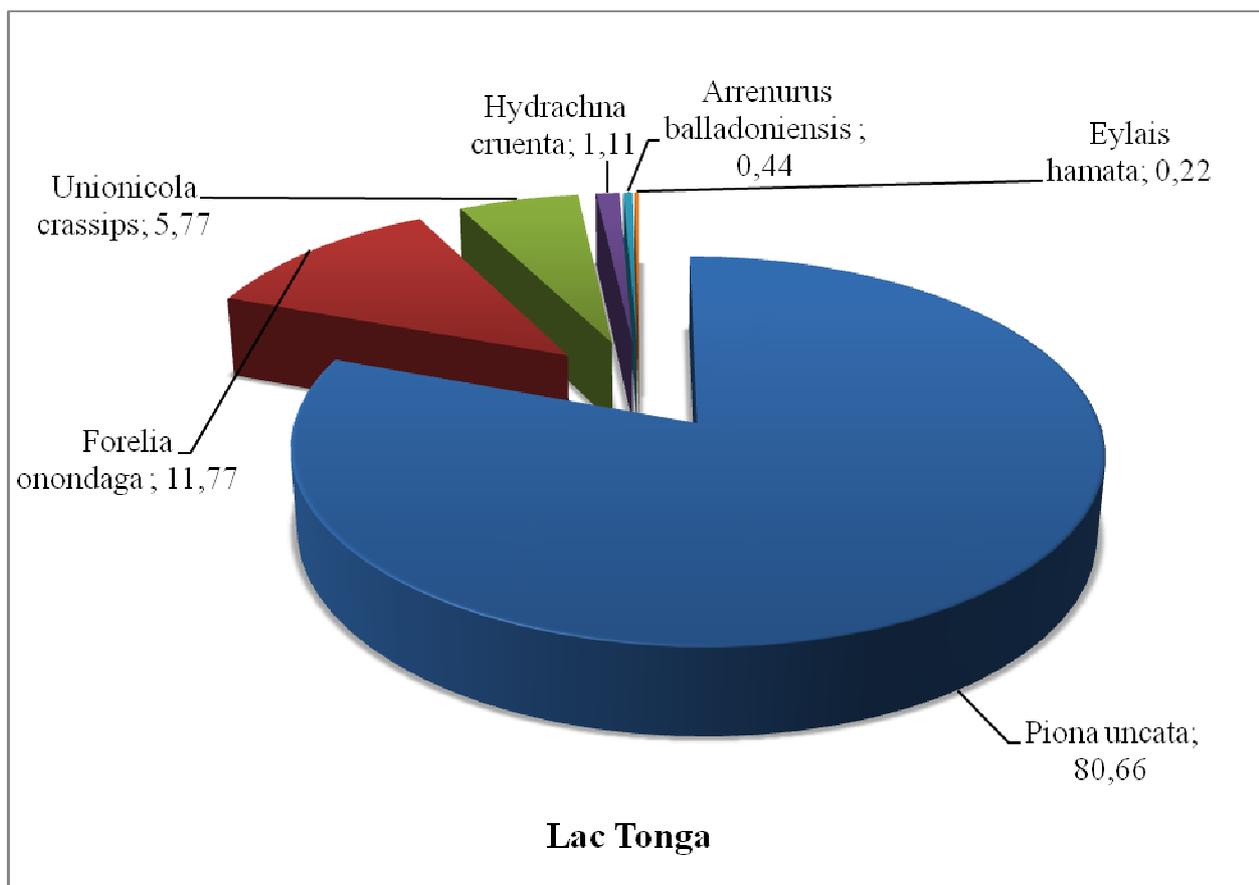
### 1.3.2.1. Indices écologiques du Lac Tonga:

Les résultats mentionnés dans le tableau 12, font ressortir que la richesse totale, est limitée à quatre espèces, avec une abondance de 451 individus, et les valeurs de l'indice de diversité de Shannon Weaver (H'); de la diversité maximale (H' max) et d'équirépartition (E). L'indice de diversité de la première et la cinquième station révèle des valeurs successives de 0,21 et 0,97, ces valeurs indiquent une diversité spécifique dans le lac, (présence de 6 espèces). La première valeur explique que le nombre d'individus est élevé et le nombre d'espèce est faible (*Piona uncata* Koenike 1888; *Forelia onondaga* Habeeb 1966; *Unionicola crassips* Mitchell 1955; *Eylais hamata* Koenike 1897; *Arrenurus (Arrenuru) balladoniensis* Halik 1940 et *Hydrachna cruenta* Muller 1776). En ce qui concerne l'équitabilité, la valeur 0,26 au niveau de la station 2 explique que les populations ne sont pas équilibrées entre elles, mais elles sont concentrées sur une espèce. Par contre elle tend vers 1 au niveau de la station 5 avec une valeur de 0,95 ce qui explique un équilibre entre les populations.

**Tableau 12:** Indices écologiques. Richesse totale et moyenne, indice de diversité de Schanon-Weaver (H'), indice de diversité maximale (H' max) et l'indice d'équirépartition (E) des Hydracariens, S: Station.

Espèces	Stations				
	S1	S 2	S 3	S 4	S 5
<i>Piona uncata</i> Koenike 1888	72	103	95	73	20
<i>Forelia onondaga</i> Habeeb 1966	11	17	01	10	14
<i>Unionicola crassips</i> Mitchell 1955	/	/	26	/	/
<i>Hydrachna cruenta</i> Muller 1776	03	02	/	/	/
<i>Arrenurus balladoniensis</i> Halik 1940	02	/	/	/	/
<i>Eylaishamata</i> Koenike 1897	01	/	/	/	/
<b>Effectif /station</b>	89	122	122	83	34
<b>H' / station</b>	0,21	0,42	0,74	0,52	0,97
<b>S/ station</b>	05	03	03	02	02
<b>H' max</b>	1,50	1,58	1,58	1	1
<b>E / station</b>	0,42	0,26	0,46	0,52	0,97
<b>N. total d'individus</b>	450				
<b>N. de relevés</b>	20				
<b>Richesse totale</b>	06				
<b>Richesse moyenne</b>	22,5				

**Fréquence centésimale ou l'abondance relative des espèces inventoriées:** La fréquence est un paramètre qui permet d'étudier la distribution d'une espèce dans une région donnée. Les résultats enregistrés dans le tableau 13 indiquent que *Piona uncata* est l'espèce la plus commune dans le lac Tonga puisqu'elle est présente dans plus de 50% des relevés, alors que les autres espèces sont très rares, du fait qu'elles sont présentes dans moins de 25% des relevés (Fig. 9).



**Fig. 10:** Distribution des espèces dans le lac Tonga.

### 1.3.2.2. Identification des espèces inventoriées:

*Piona uncata* Koenike 1888:

#### Classification systématique:

<b>Règne</b>	Animale
<b>Embranchement</b>	Arthropodes
<b>Sous embranchement</b>	Chélicérates
<b>Classe</b>	Arachnides
<b>Sous classe</b>	Acari
<b>Super ordre</b>	Acarifomes
<b>Ordre</b>	Actinedida
<b>Sous ordre</b>	Prasitengona
<b>Super famille</b>	Hygrobatoidea
<b>Famille</b>	Pionidae
<b>Genre</b>	<i>Piona</i>
<b>Espèce</b>	<i>Piona uncata</i> Koenike 1888

Les Hydracariens sont des espèces à téguments mous et vivement colorés. L'observation microscopique des spécimens révèle des caractéristiques différentes. Les caractéristiques morphologiques, qui distinguent le groupe sont moins évidentes. La combinaison de caractères larvaires unique des Hygrobatoidea est que les larves ne portent pas de soie coxale, mais portent des soies au niveau des pattes. En outre, le pédipalpe porte aussi des soies. Ces structures caractérisent aussi les larves de Parasitengona. Witte (1991) énumère un certain nombre de caractères post-larvaires comme la présence de Glandularia, la réduction de l'acrosome (filament de la cellule de sperme) et les modifications des bras postérieurs du complexe. Parmi les familles des hydracariens, les Pionidae, possèdent des yeux non englobulés dans une même capsule, les pattes sont munies de soies natatoires, les plaques ventrales ou épimères ou coxae sont rassemblés en deux groupes. Le gnathosoma est séparé de la première

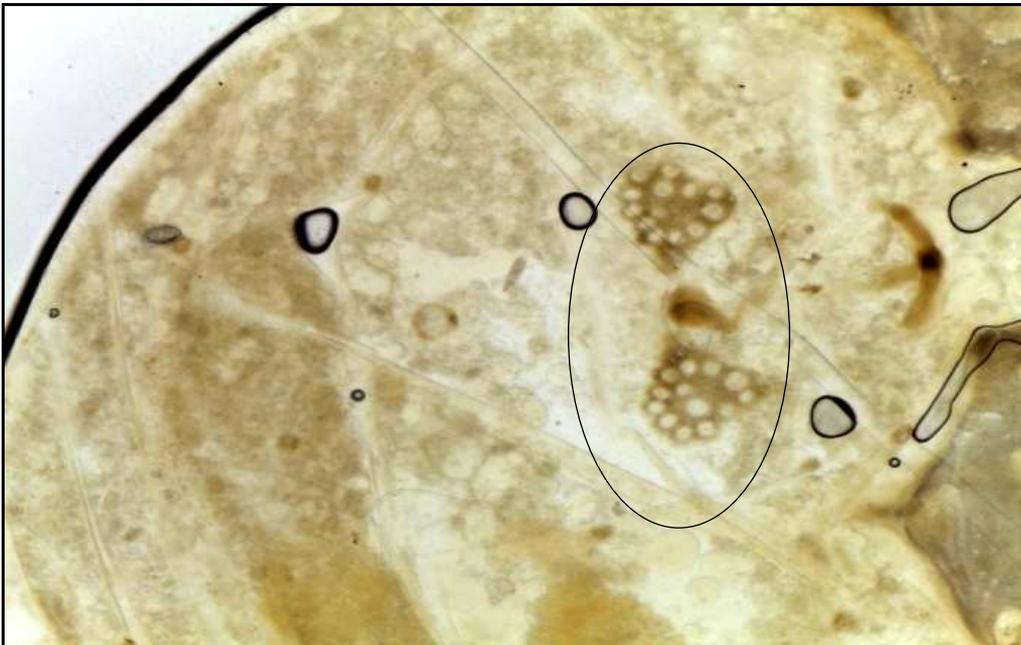
paire de coxae. La quatrième plaque coxale de forme triangulaire, avec une pointe au bord postérieur est accolée au troisième coxae. Chaque coxae présente une forme triangulaire. L'adulte et la nymphe se caractérisent par quatre paires de pattes dont chaque une est composée de six segments. Selon la structure morphologique des coxa et de l'appareil génital, on a peut déterminer le genre et l'espèce, il s'agit de *Piona uncata* Koenike 1888. Cette espèce se caractérise par une plaque génitale, présentant 12-14 acétabula localisés de part et d'autre de la fente génitale. Chez le mâle, le quatrième segment de la quatrième patte, est en forme de crochet (Fig. 11). La couleur de l'espèce est très diffuse, elle varie entre le vert et le jaune, avec des tâches brunes ou rouges foncées, les Pionidae, s'avèrent les plus voraces (Fig. 12).



**Fig. 11:** Vue ventral de *Piona uncata* Koenike 1888. Agr.  $15,8 \times 10^3$ .



**Fig. 12:** *Piona uncata* Koenike 1888; femelle Agr.  $19,3 \times 10^3$ .



**Fig. 13:** L'appareil génital de *Piona uncata* Koenike, 1888. (Gr. x150).

***Forelia onondaga* Habeeb 1966:**

**Classification systématique:**

<b>Règne</b>	Animale
<b>Embranchement</b>	Arthropodes
<b>Sous embranchement</b>	Chélicérates
<b>Classe</b>	Arachnides
<b>Sous classe</b>	Acari
<b>Super ordre</b>	Acarifomes
<b>Ordre</b>	Actinedida
<b>Sous ordre</b>	Prasitengona
<b>Super famille</b>	Hygrobatoidea
<b>Famille</b>	Pionidae
<b>Genres</b>	<i>Forelia</i>
<b>Espèces</b>	<i>Forelia onondaga</i> Habeeb 1966

La femelle adulte se caractérise par un dorsum portant une paire de dorsalia visibles, avec des plaques associées aux soies. La plaque génitale est relativement peu développée, portant 17 à 22 acetabula, elle est relativement grande. Les coxae peuvent atteindre jusqu'à 500 µm de longueur, (Fig. 14 & 15).



**Fig. 14:** Chélicères *Forelia onondaga* Habeeb 1966. (Gr. x150).



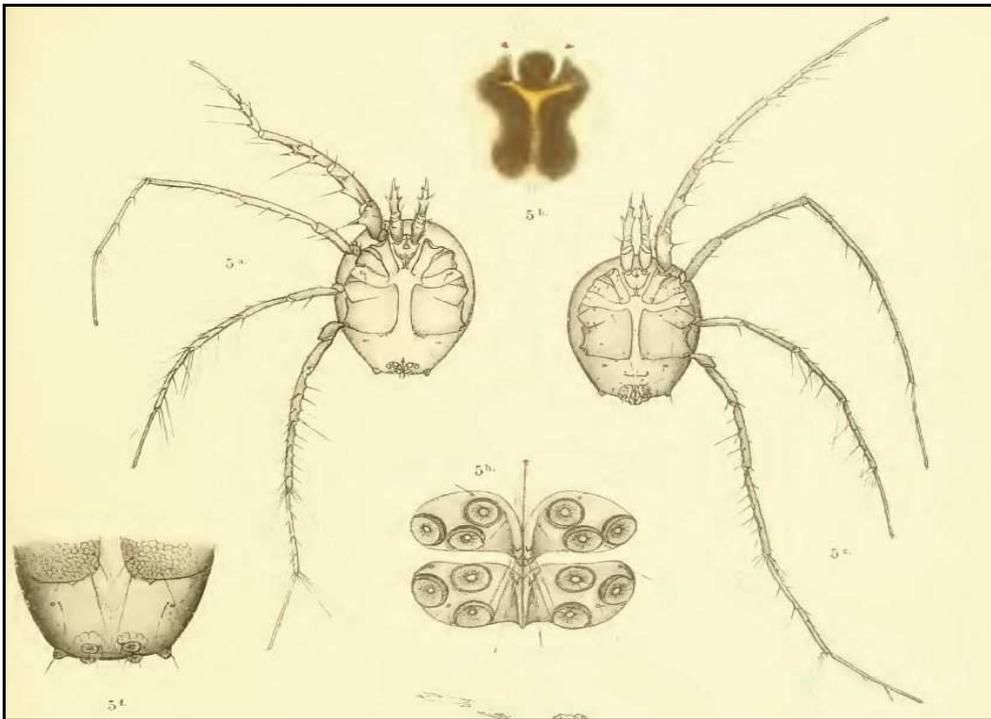
**Fig. 15:** Pédipalpes *Forelia onondaga* Habeeb 1966. (Gr. x150).

*Unionicola crassips* Mitchell 1955:

**Classification systématique:**

<b>Règne</b>	Animale
<b>Embranchement</b>	Arthropodes
<b>Sous embranchement</b>	Chélicérates
<b>Classe</b>	Arachnides
<b>Sous classe</b>	Acari
<b>Super ordre</b>	Acarifomes
<b>Ordre</b>	Actinedida
<b>Sous ordre</b>	Prasitengona
<b>Super famille</b>	Hygrobatoidea
<b>Famille</b>	Unionicolidae
<b>Genre</b>	<i>Unionicola</i>
<b>espèce</b>	<i>Unionicola crassips</i> Mitchell 1955

La famille des Unionicolidae présente des caractéristiques particulières (Fig. 16). Leur corps arrondi, comportent des insertionsdes quatre paires de pattes. La quatrième paire de pattes s'étend latéralementet légèrement vers la region postéro-latérale. Les pattes sont plus longues par rapport au corps et se terminent par des griffes simples ou avec crochés. Le contour du quatrième coxae est légèrement arrondi et tronqué dans la région postérieure. Les Chélicères peuvent être fusionnés à l'intérieur ou séparés (Fig. 17& 18).



**Fig. 16:** *Unionicola crassips* Mitchell 1955. (WWW.Hydracarina.Org).



**Fig. 17:** *Unionicola crassips* Mitchell 1955; femelle. Agr  $23,8 \times 10^3$ .



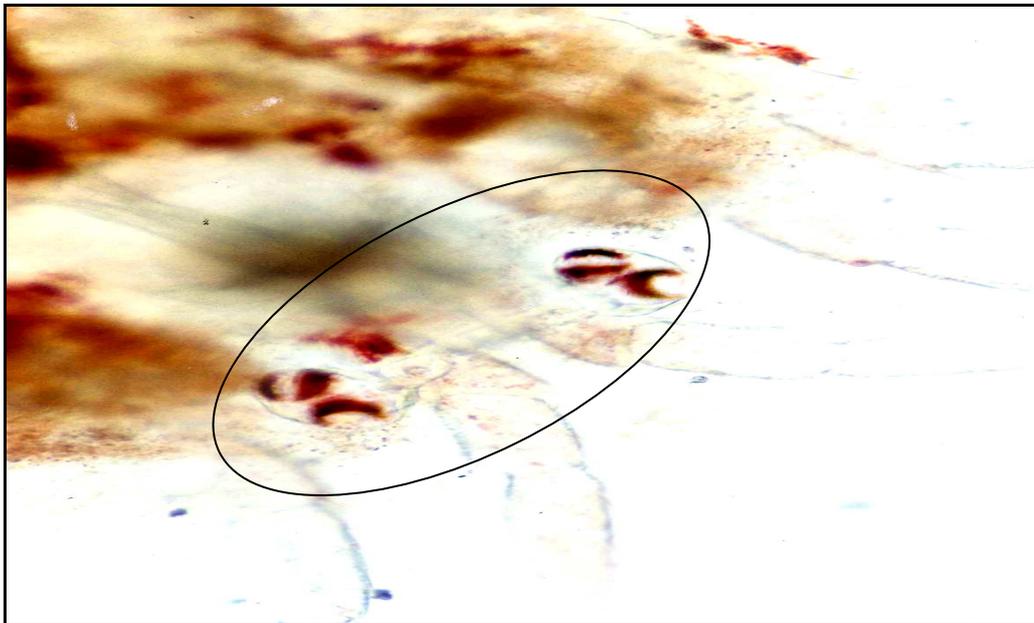
**Fig. 18:** *Unionicola crassips* Mitchell 1955; mâle Agr  $16,4 \times 10^3$ .

***Eylais hamata* Koenike 1897:**

**Classification systématique:**

<b>Règne</b>	Animale
<b>Embranchement</b>	Arthropodes
<b>Sous embranchement</b>	Chélicérates
<b>Classe</b>	Arachnides
<b>Sous classe</b>	Acari
<b>Super ordre</b>	Acarifomes
<b>Ordre</b>	Actinedida
<b>Sous ordre</b>	Prasitengona
<b>Super famille</b>	Eylaoidea
<b>Famille</b>	Eylaidae
<b>Genre</b>	<i>Eylais</i>
<b>Espèce</b>	<i>Eylais hamata</i> Koenike 1897

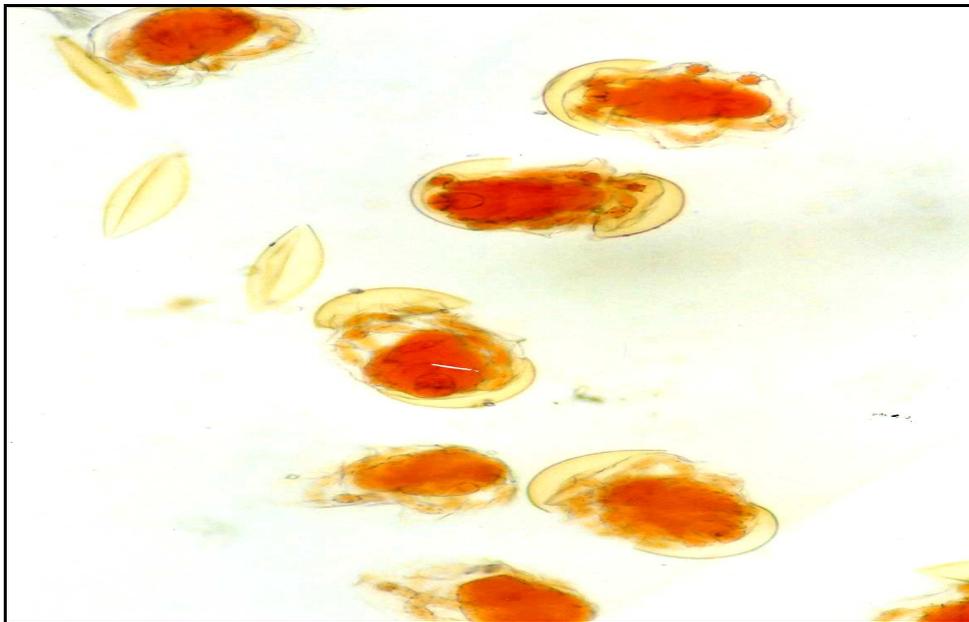
La famille des Eylaidae colonise les eaux douces, et les marécages. Ce genre d'hydracariens possède un orifice bucale, entouré d'une couche membraneuse distincte, les yeux latéraux se présentent sur une plaque oculaire médiane commune et rapprochés de la ligne médiane, elles sont portées sur deux capsules reliées entre elles par une carène transversale. La plaque oculaire est généralement large chez la femelle et étroite chez le mâle (Fig. 19). Les palpes sont simples, le troisième et le quatrième coxa sont reliés seulement dans la région basale sur les côtés respectifs. La plaque génitale est dépourvue de ventouses. Les épimères forment trois groupes (Fig. 20). Les œufs sont généralement plus ou moins ronds, entourés d'une substance gélatineuse, accolés les uns aux autres, prenant la forme d'un hexagone (Fig. 21). La larve est hexapode et active, présente des soies natatoires au niveau des pattes, qui comporte cinq segments. La couleur du corps est rouge vif, peut être pourvue de taches noires, la longueur du corps est entre 3 à 5 mm (Fig. 22). Le taux de parasitisme influe sur la compétitivité de l'hôte, qui joue un rôle dans le cas des imagos d'insectes aquatiques, qui ont un rôle de vecteur assurant la dispersion des hydracariens.



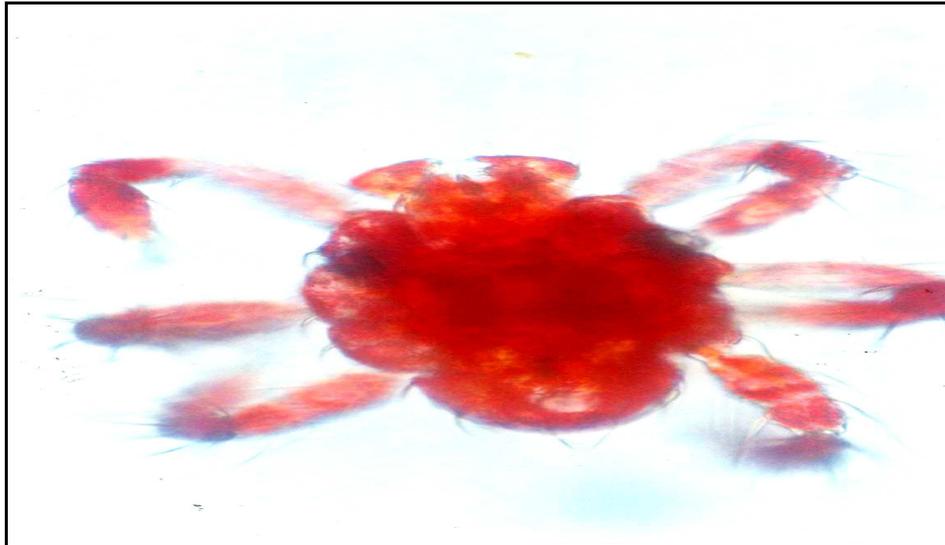
**Fig. 19:** Plaque oculaire d'*Eylais hamata* Koenike 1897. (Gr. x150).



**Fig. 20:** Adulte *Eylais hamata* Koenike 1897. (Gr. x150).



**Fig. 21:** Les œufs *Eylais hamata* Koenike 1897. (Gr. x150).



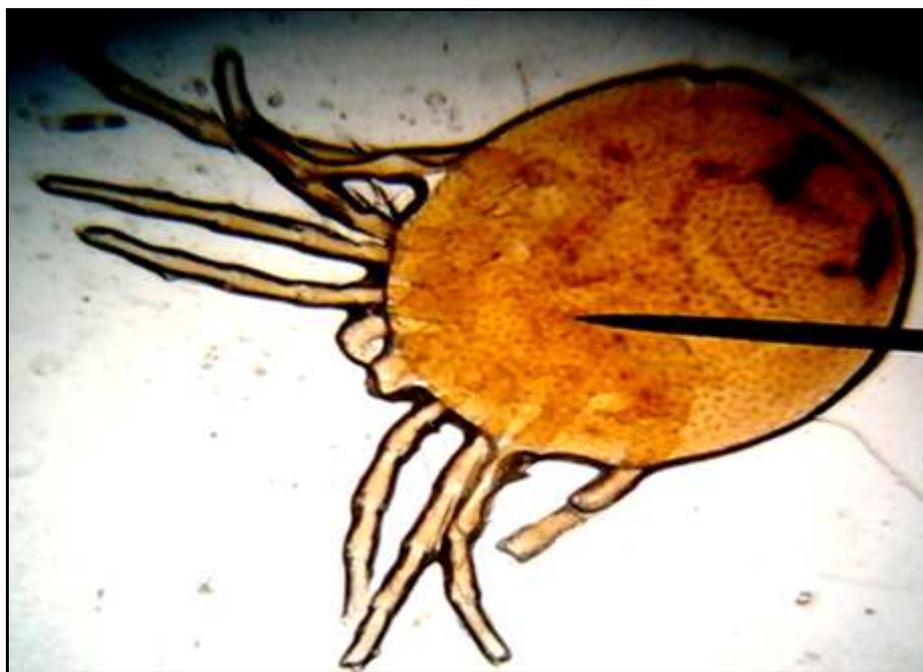
**Fig. 22:** Larve *Eylais hamata* Koenike 1897. (Gr. x150).

***Arrenurus (Arrenuru) balladoniensis* Halik 1940:**

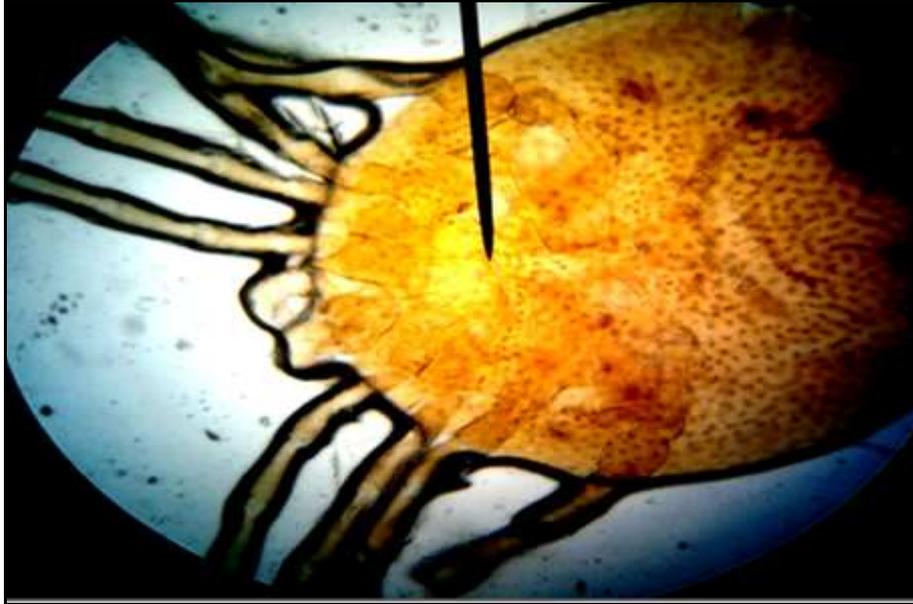
**Classification systématique:**

<b>Règne</b>	Animale
<b>Embranchement</b>	Arthropodes
<b>Sous embranchement</b>	Chélicérates
<b>Classe</b>	Arachnides
<b>Sous classe</b>	Acari
<b>Super ordre</b>	Acarifomes
<b>Ordre</b>	Actinedida
<b>Sous ordre</b>	Prasitengona
<b>Super famille</b>	Hygrobatoidea
<b>Famille</b>	Arrenuridae
<b>Genre</b>	<i>Arrenurus</i>
<b>Sous Genre</b>	( <i>Arrenuru</i> )
<b>espèce</b>	<i>Arrenurus (Arrenuru) balladoniensis</i> Halik 1940

La description taxonomique de la famille des Arrenuridae est basée sur la structure des quatre coxa, la structure des pédipalpes et celles des yeux. Les épimères de la quatrième paire de patte chez les Arrenuridae sont distincts. Le genre *Arrenurus* présente un dimorphisme sexuel net. Certaines descriptions des larves du genre *Arrenurus* sont insuffisantes, malgré le nombre important de travaux réalisés sur ce genre, qui est considéré parmi les hydrachnidia les plus évolués (Lundblad, 1927; Viets, 1936; Münchberg, 1936 b; c; Imamura & Mitchell, 1967; Prasad & Cook, 1972; Stechman, 1977; Smith, 1978; Vainštajn, 1980; Smith, 1990; Smith & Cook, 1991; Böttger & Martin, 2003; Zawal, 2006 a; b; c; d). Les spécimens du genre *Arrenurus* sont caractérisés par la présence d'une carapace dorsale recouvrant les trois tiers du corps et d'un petiole représentant les pièces génitales mâle dans la partie postérieure. Le dimorphisme sexuel est claire, car les plaques cétabulaires chez les femelles sont bien structurées et possèdent des ventouses, elles sont d'une grande importance taxonomique. Le mâle porte de nombreux acetabula au niveau de l'appareil génital. Chez les deux sexes les acetabula s'étendant généralement, bien latéralement sur des plaques distinctes en forme d'aile. La face dorsale et ventrale, portent de forte plaques chitineuse (Fig. 23). Le 4<sup>ème</sup> coxae est dépourvue de glandularia. Le deuxième segment de pédipalpe porte des soies épineuses sensorielles sessiles et ventrales (Fig. 24).



**Fig. 23:** Vue dorsale d'*Arrenurus balladoniensis* Halik 1940. (Gr. x40).



**Fig. 24:** Vue ventrale des Coxa d'*Arrenurus balladoniensis* Halik 1940. (Gr. x150).

***Hydrachna cruenta* Muller 1776:**

**Classification systématique:**

<b>Règne</b>	Animale
<b>Embranchement</b>	Arthropodes
<b>Sous embranchement</b>	Chélicérates
<b>Classe</b>	Arachnides
<b>Sous classe</b>	Acari
<b>Super ordre</b>	Acarifomes
<b>Ordre</b>	Actinedida
<b>Sous ordre</b>	Prasitengona
<b>Super famille</b>	Hydrachnoidea
<b>Famille</b>	Hydrachnidae
<b>Genre</b>	<i>Hydrachna</i>
<b>Espèce</b>	<i>Hydrachna cruenta</i> Muller 1776

Les individus de la famille des Hydrachnidae ont des yeux séparés, latéraux dans des capsules. La femelle possède une gonopore tubulaire. Les pédipalpes sont dépourvus de griffes, les pattes portent quelques soies, plus longues que les soies natatoires, avec cinq segments. Le gnathosoma larvaire porte généralement une griffe palpale. Le rostre est plus long que les palpes, les plaques génitales sont formées par de nombreuses acetabula sclérotisées. Les plaques dorsales se placent derrière la plaque oculaire, dont la partie centrale s'étend entre les yeux, elles sont larges et occupent le quart du corps. Les yeux sont portés sur un bouclier oculaire commun ou séparé. Les épimères sont habituellement en 4 blocs, dont la première paire est fusionnée au capitulum (Fig. 25, 26).



**Fig. 25:** *Hydrachna cruenta* Muller 1776. (Gr. x150).



**Fig. 26:** Pédipalpes et chélicères de *Hydrachna cruenta* Muller 1776. (Gr. x150).

### 1.3.3. L'analyse physico chimique de l'eau des gîtes:

#### 1.3.3.1. Ruines Romaines:

Lors de notre échantillonnage quatre paramètres physico-chimiques de l'eau ont été mesurés, au niveau des six stations d'étude: le pH; la conductivité; la température et l'oxygène dissout (Tableau 13). Les valeurs du pH varient de 7,6 à 8,0 montrent que l'eau est alcaline (Fig. 27). L'eau de la deuxième station est la plus fortement alcaline. La température varie de 17,4°C à 20,0°C, la première et la deuxième station, présentent les valeurs les plus élevées (Fig. 28). D'autre part les valeurs de la conductivité, varient de 1785  $\mu\text{s}/\text{cm}$  à 2528  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ; la station 2 révèle la valeur maximale (Fig. 29). Cependant l'oxygène dissout varie de 6,5 mg/l à 8,3 mg/l; la cinquième station est la plus oxygénée (Fig. 30). Donc la deuxième station affiche une faible abondance des individus pendant le mois de Novembre jusqu'au mois d'Octobre. On a constaté que les stations qui présentent une conductivité élevée avec une eau moins oxygénée, affiche une faible abondance d'Hydracariens.

**Tableau 13:** Paramètres physico-chimiques de l'eau des six stations (Ruines Romaines).

Stations Paramètres	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5	Station 6
Ph	7,6 $\pm$ 0,2	7,8 $\pm$ 0,4	7,7 $\pm$ 0,3	7,7 $\pm$ 0,3	8,0 $\pm$ 0,3	7,8 $\pm$ 0,2
Conductivité ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	20,0 $\pm$ 6,2	20,0 $\pm$ 6,1	19,3 $\pm$ 5,6	19,8 $\pm$ 5,8	19,6 $\pm$ 5,9	17,4 $\pm$ 5,1
Température °C	2039 $\pm$ 706	2528 $\pm$ 336	1789 $\pm$ 377	1790 $\pm$ 198	1785 $\pm$ 135	2093 $\pm$ 471
O <sub>2</sub> $\downarrow$ (mg/l)	6,5 $\pm$ 1,0	7,8 $\pm$ 1,5	7,3 $\pm$ 1,1	7,5 $\pm$ 1,4	8,3 $\pm$ 1,3	7,3 $\pm$ 1,2

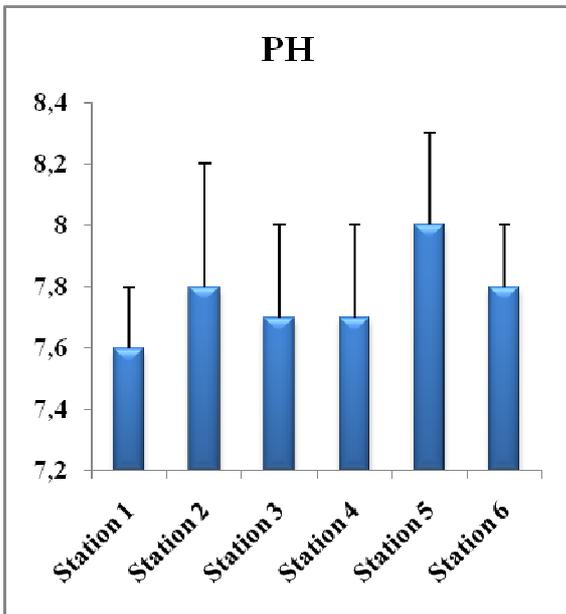


Fig. 27: PH.

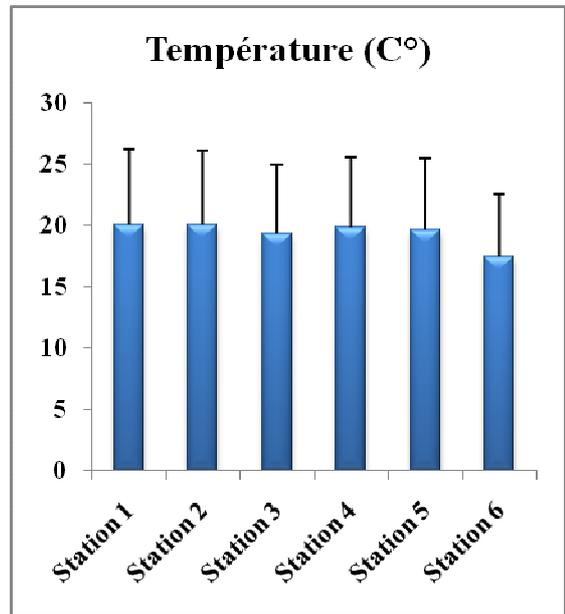


Fig. 28: Température.

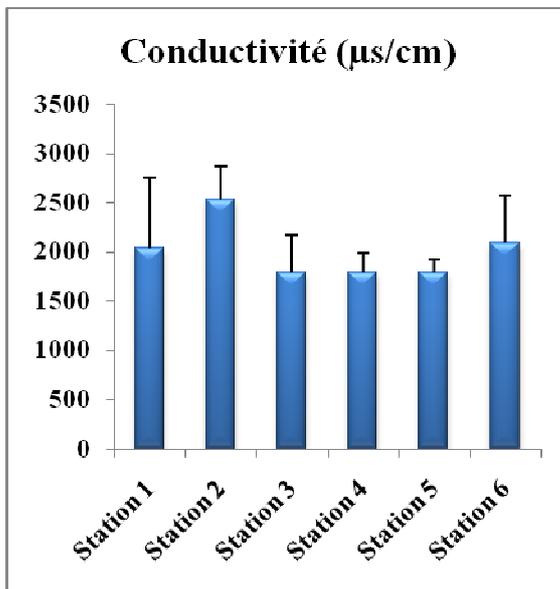


Fig. 29: Conductivité.

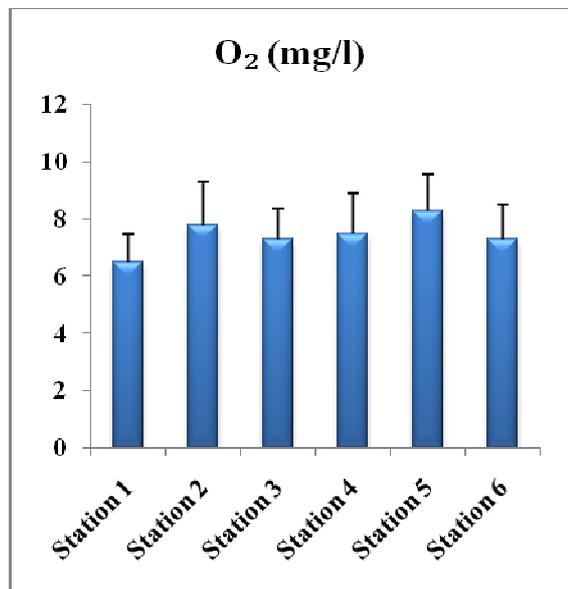


Fig. 30: Oxygène dissout.

### 1.3.3.2. Lac Tonga:

Lors de notre échantillonnage quatre paramètres physico-chimiques de l'eau ont été mesurés, au niveau des cinq stations d'étude (PH; Conductivité; Température; Oxygène dissout); (Tableau14). Les valeurs du pH varient de 7,10 à 7,43 montrent que l'eau est alcaline. L'eau de la quatrième station est la plus alcaline (Fig. 31). La température varie de 20,90°C à 21,41°C et la troisième station présente la valeur la plus élevée (Fig. 32). D'autre part les valeurs de la conductivité, varient de 391,43  $\mu\text{m}/\text{cm}$  à 478,43  $\mu\text{m}/\text{cm}$ ; la station 3 révèle la valeur maximale (Fig. 33). Cependant, l'oxygène dissout varie de 3,66 mg/l à 5,13 mg/l; la troisième station est la plus oxygénée (Fig. 34). Donc la troisième station, affiche une forte abondance des individus pendant le mois de Novembre jusqu'au mois d'Octobre. On a constaté que les stations qui présentent une conductivité élevée avec une eau moins oxygénée, affiche une faible abondance d'hydracariens.

**Tableau 14:** Paramètres physico-chimiques de l'eau des cinq stations d'études.

Stations Paramètres	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5
Ph	7,16 $\pm$ 0,47	7,10 $\pm$ 0,33	7,34 $\pm$ 0,46	7,43 $\pm$ 0,37	7,24 $\pm$ 0,44
Conductivité ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	391 $\pm$ 78	393 $\pm$ 86	478 $\pm$ 92	450 $\pm$ 71	411 $\pm$ 94
Température °C	20,90 $\pm$ 7,07	21,31 $\pm$ 7,83	21,41 $\pm$ 7,76	21,34 $\pm$ 7,53	20,90 $\pm$ 7,25
O <sub>2</sub> (mg/l)	4,47 $\pm$ 3,11	3,66 $\pm$ 2,71	5,13 $\pm$ 3,77	4,31 $\pm$ 3,26	4,64 $\pm$ 3,53

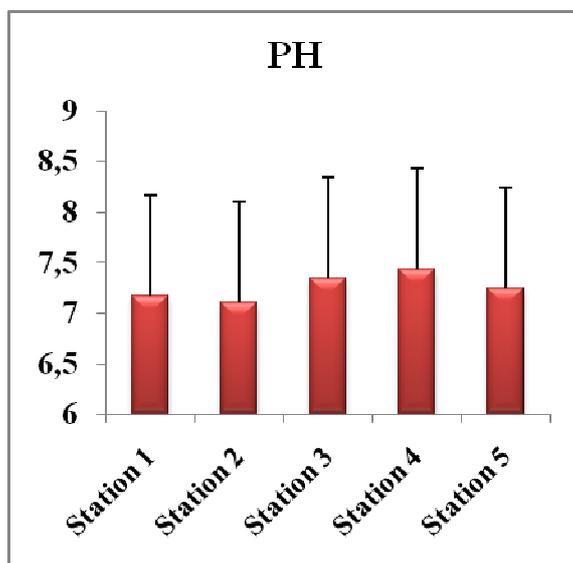


Fig. 31: PH.

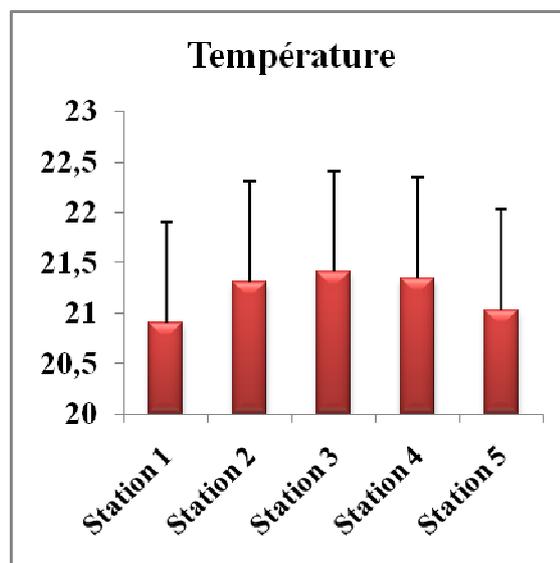


Fig. 32: Température

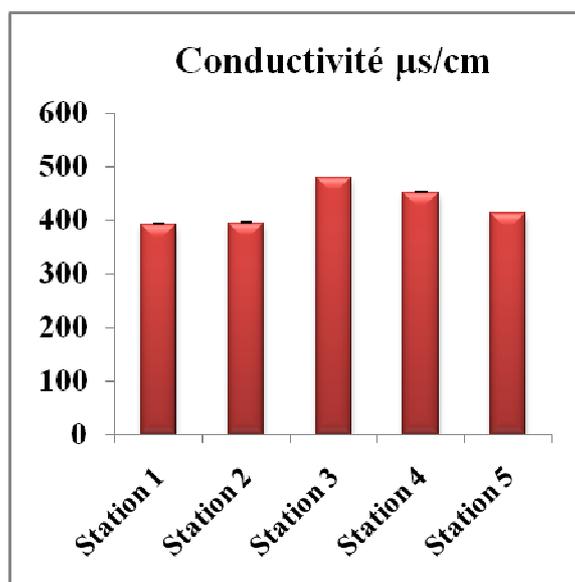


Fig. 33: Conductivité.

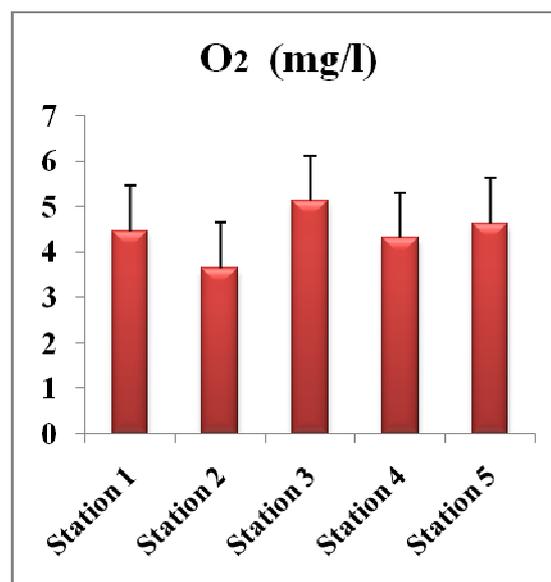


Fig. 34: Oxygène dissout.

### 1.3.4. Corrélations entre les paramètres physicochimiques et le nombre d'individus:

**Analyse de la variance univariée ANOVA:** Les résultats du test d'analyse de la variance univariée modèle fixe, appliquée à chacune des 4 variables physico chimiques et une variable relative au nombre mesurée, pour l'année 2010-2011, figurent dans le tableau 15 pour les Ruines Romaines et le tableau 16 pour le lac Tonga. Il s'agit de comparer, entre les six stations des Ruines Romaines l'égalité des moyennes de chaque variable mesurée et de même pour les cinq stations du lac Tonga. L'examen des résultats du tableau 15 montre des différences significatives, pour l'oxygène et le nombre d'individus récoltés, les autres variables ne montrent aucune différence. Alors que les résultats du tableau 16 ne montrent aucune différence significative entre les variables mesurées.

**Tableau 15:** Résultats de l'analyse de la variance à un critère de classification modèle fixe de la comparaison, entre stations, des moyennes de chacune des 04 variables pour le site des Ruines Romaines.

Variabiles	Sources de variation	ddl	SCE	CM	Fobs	P
PH	Station	4	0,692	0,138	1,46	0,22
T	Station	4	3,60	0,7	0,02	1,00
Cd.	Station	4	1968451	393690	1,64	0,16
O <sub>2</sub>	Station	4	15,33	3,06	3,15	0,01*
Nb	Station	4	703,6	140,7	3,23	0,01*

$p > \alpha = 0,05$  : (NS) différence non significative.

$p \leq \alpha = 0,05$  : (\*) différence juste significatives.

ddl : degrés de libertés.

SCE : somme des carrés des écarts.

CM : carré moyen.

F<sub>obs</sub> : valeur de Fisher.

Cd : conductivité.

Nb : nombre d'individus récolte.

**Tableau 16:** Résultats de l'analyse de la variance à un critère de classification modèle fixe de la comparaison, entre stations, des moyennes de chacune des 04 variables pour le site Tonga.

Variabes	Sources de variation	ddl	SCE	CM	Fobs	P
PH	Station	4	0,931	0,233	1,42	0,243 NS
T	Station	4	7,000	1,8	0,03	0,998 NS
Cd.	Station	4	16550	4138	0,29	0,880 NS
O <sub>2</sub>	Station	4	13,06	3,27	2,33	0,072 NS
Nb	Station	4	444,3	111,1	1,55	0,205 NS

$p > \alpha = 0,05$  : (NS) différence non significative.

### 1.3.5. Méthode de la plus petite différence significative *p.p.d.s* :

L'application de la méthode de la plus petite différence significative *p.p.d.s* à chacune des 05 variables, pour lesquelles le test d'analyse de la variance univariée a montré qu'il n'existe pas de différences significatives entre les stations du lac Tonga, mais la *p.p.d.s* a montré qu'il existe deux groupes homogènes par variable (Tableau 17). Au niveau des stations des Ruines Romaines il n'existe pas de différences significatives entre elle pour le PH; Température; Conductivité; l'Oxygène dissout, mais il existe une différence significative *p.p.d.s* entre les stations pour le nombre d'individus récoltées, il y a donc deux groupes homogènes (Tableau 18).

**Tableau 17:** Les groupes de station homogène par variables selon la *p.p.d.s* des Ruines Romaines.

Variabes	Groupe 1	Groupe 2
PH	St1, St2, St3, St4, St5, S6	-
Température	St1, St2, St3, St4, St5, S6	-
Conductivité	St1, St2, St3, St4, St5, S6	-
Oxygène dissout	St3, St4, St5, S6	St1, St2, St3, St4,S6
Nombre d'individus	St1, St3, St4, St5, S6	St1, St2,St3, St4, St5

**Tableau 18:** Les groupes de station homogène par variables selon la *p.p.d.s* du Lac Tonga.

Variables	Groupe 1	Groupe 2
PH	St1, St2, St3, St4, St5	-
Température	St1, St2, St3, St4, St5	-
Conductivité	St1, St2, St3, St4, St5	-
Oxygène dissout	St1, St3, St4, St5	St1, St2, St3, St5
Nombre d'individus	St1, St2, St3, St4, St5	-

**Les corrélations linières:** Les corrélations linières obtenues pour les 05 variables prises deux à deux ainsi que les valeurs des probabilités, *p* correspondantes figurent dans le tableau 19 pour les Ruines Romaines et le lac Tonga. L'examen de la matrice des corrélations entre les variables des stations des deux sites montre qu'il existe des corrélations positives et des corrélations négatives. Parmi ces corrélations on a observé des corrélations significatives et des corrélations hautement significatives.

**Tableau 19:** Listes des corrélations significatives et hautement significatives des deux sites.

Sites	Corrélations positives		Corrélations négatives	
	Significative	Hautement significative	Significative	Hautement significative
Stations des Ruine Romaine	PH et O <sub>2</sub> mg/l PH et T	/	PH et T Nb et Cd PH et Cd T et O <sub>2</sub> mg/l Nb et T PH et T	PH et T Nb et T
Stations du lac Tonga	Nb et PH PH et O <sub>2</sub> mg/l	T et Cd	PH et T Nb et T T et O <sub>2</sub> mg/l	Nb et T PH et T PH et Cd Nb et T PH et T Cd et O <sub>2</sub> mg/l

**Nb:** Nombre d'individus récoltés, **Cd:** Conductivité, **T:** Température.

### 1.3.6. Résultats des analyses statistiques multivariées :

**Test de d'analyse de la variance multivariée:** Le test de l'analyse de la variance multivariée (MANOVA) a été appliqué, d'une part sur les variables physico chimiques, des Ruines Romaines et d'autre part sur les variables du Lac Tonga. Les résultats montrent qu'au niveau des Ruines Romaines et pour l'ensemble des variables, il existe une différence significative entre les stations d'étude et le nombre d'individus récoltés (Tableau 20; 21), alors qu'au niveau du lac Tonga il n'existe pas une différence significative (Tableau 22; 23).

**Tableau 20:** Résultats des analyses statistiques multivariées appliquées aux 4 variables physico-chimiques au niveau des Ruines Romaines (MANOVA).

Tests	Valeurs observés du test	F <sub>obs</sub>	P
Wilk	0,49749	1,760	0,030*
Lawley - Hotelling	0,82721	1,799	0,024*
Pillai	0,59742	1,686	0,038*

$P \leq \alpha = 0,05$  : (\*) différence significatives.

**Tableau 21:** Résultats de l'analyse statistique multivariée pour le nombre d'individus récoltés au niveau des Ruines Romaines (MANOVA).

Tests	Valeurs observés du test	F <sub>obs</sub>	P
Wilk	0,74833	3,229	0,014*
Lawley - Hotelling	0,33632	3,229	0,014*
Pillai	0,25167	3,229	0,014*

$P \leq \alpha = 0,05$ : (\*) différence significatives.

**Tableau 22:** Résultats de l'analyse statistique multivarié appliquées aux 4 variables physico - chimiques au niveau du lac Tonga (MANOVA).

Tests	Valeurs observés du test	F <sub>obs</sub>	P
Wilk	0,55229	1,483	0,119 NS
Lawley - Hotelling	0,74007	1,596	0,077 NS
Pillai	0,48748	1,353	0,172 NS

$P > \alpha = 0,05$ : (NS) différence non significative

**Tableau 23:** Résultats de l'analyse statistique multivarié pour le nombre d'individus récoltés au niveau du lac Tonga (MANOVA).

Tests	Valeurs observés du test	F <sub>obs</sub>	P
Wilk	0,86543	1,555	0,205 NS
Lawley - Hotelling	0,15550	1,555	0,205 NS
Pillai	0,13457	1,555	0,205 NS

$P > \alpha = 0,05$ : (NS) différence non significative

# **Chapitre 2**

**Etude biométrique et chétotaxique des espèces  
identifiées.**

# **Introduction**

## **Chapitre 2: Etude biométrique et chétotaxique des espèces identifiées.**

### **2.1. Introduction**

Le développement par stases des Acariens et l'alternance de stases actives et inactives rend le cycle de développement plus complexe. De plus, les Hydracariens bouclent leur cycle de développement par un passage souvent obligé (le stade larvaire), sur un hôte invertébré aquatique ou semi aquatique. A partir d'un développement ontogénétique ancestral à six stases (prélave, larve, protonympe, deutonympe, tritonympe et adulte), le développement des Hydracariens se réduit à trois phases exprimées jouant un rôle actif dans l'écosystème (Peyrusse & Bertrand, 2001).

Pour mieux caractériser les espèces proches, dans leur taxonomie et pour donner une identification systématique rigoureuse et stricte des espèces et des sous espèces, on doit avoir recourt à la biométrie. La biométrie étant la science qui mesure les caractères morphologiques utilisés dans l'identification systématique des espèces. Pour les larves on a procédé à l'observation microscopique et à la mensuration de 27 critères, morphométriques (longueur et la largeur, du corps entier, le gnatosome, la plaque excrétrice, les trois coxa, les cinq segments des trois pattes). D'autre part on a entrepris la mensuration de 48 critères morphologiques chez les adultes récoltés dans les deux sites (longueur et la largeur du corps entier, plaque génitale, les cinq segments des pédipalpes, les coxae et la longueur des six segments des quatre pattes). Parmi les méthodes utilisées dans la caractérisation des espèces proches, et afin de les classer, la chétotaxie qui est un moyen d'identification systématique, c'est-à-dire compter le nombre et le types de soies réparties sur les différentes parties du corps. Dans notre étude, nous avons réalisé cette méthode sur 18 structures larvaires (le corps entier, le gnatosome, la plaque excrétrice, les cinq segments des trois pattes) et 30 critères chez les adultes (opistosoma, les cinq segments des pédipalpes, les six segments des quatre pattes).

# **Matériels et Méthodes**

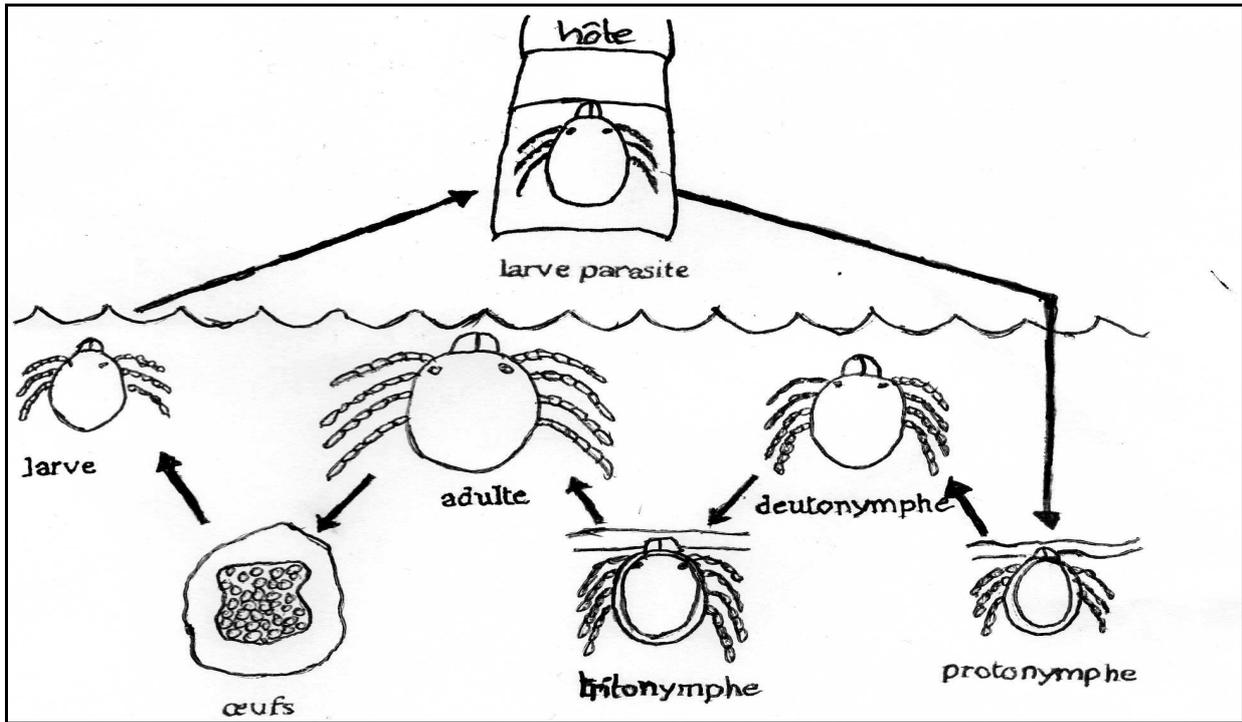
## 2.2. Matériel et Méthode

### 2.2.1. Matériel biologique

**Les Hydrachnidiae:** Les Hydracariens font partie des invertébrés, plus précisément du phylum des Arthropodes. Ce sont des biocontrôleurs des populations de moustiques et de faune aquatique associée. Vizthun a identifié 39 familles d'Hydracariens en tout. Viet en 1936 a divisé les Hydracariens en 9 super-familles (Cook, 1974). La classification la plus récente a été donnée par Proctor & Walter (1999), ont rassemblé les Hydracariens, selon la position des stigmates en 4 groupes Protigmata, Astigmata, Gribatida, Mesostigmata. La majorité des Hydracariens sont des Prostigmata (une partie des stigmates se situe au niveau des chélicères) et des parasitengona (stade larvaire parasites). L'identification systématique des espèces récoltées lors de notre étude a été réalisée selon les clés dichotomiques de Remy (1979); Cook (1974) et Smith (1976). Le cycle de vie typique d'un hydracarien est constitué de six stades (Fig. 35).

Classification linnéenne hiérarchique de (Williams & Feltmate, 1992):

<b>Superphylum</b>	Arthropoda
<b>Phylum</b>	Entoma
<b>Subphylum</b>	Chelicerata
<b>Class</b>	Arachnida
<b>Subclass</b>	Acari (mites)
<b>Order</b>	Acariformes
<b>Suborder</b>	Prostigmata (Trombidiformes, Actinedida)
<b>Cohort</b>	Parasitengona
<b>Subcohort</b>	Hydrachnidia (Hydrachnida, Hydracarina) (True water mites)

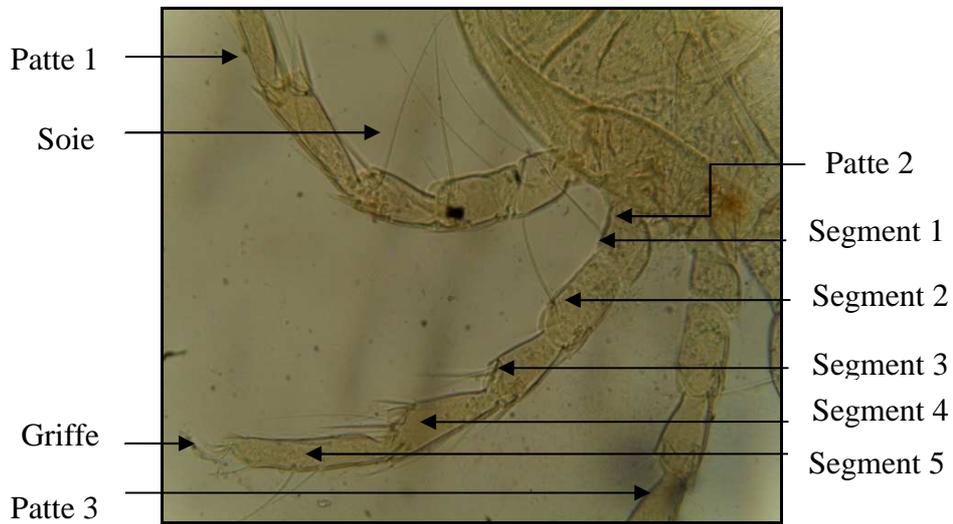


**Fig. 35:** Cycle biologique des Hydracariens (Viets, 1955).

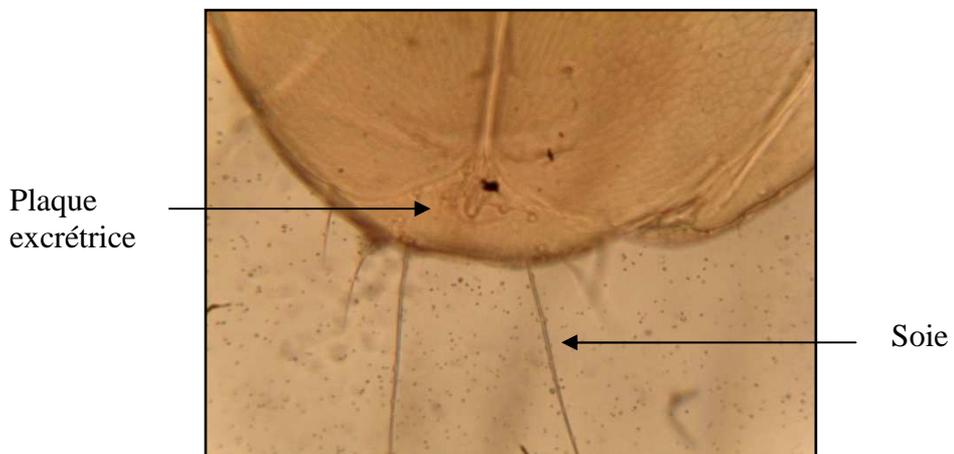
**Larve :** Cette stase peut être fortement régressive, c'est une "élattostase" (incapable de se nourrir) fugace, qui n'a plus d'interaction avec ses hôtes, et qui peut être éventuellement leur proie (Walter & Proctor, 1999). Les larves accomplissent une phase aérienne pendant leur cycle biologique, entant qu'ectoparasites d'insectes semi-aquatiques ou aquatiques, tels que les Odonates, les Culicidae ou les Chironomidae (Baker *et al.* 2007; 2008) ou les mollusques aquatiques (Fig. 36; 37; 38; 39).



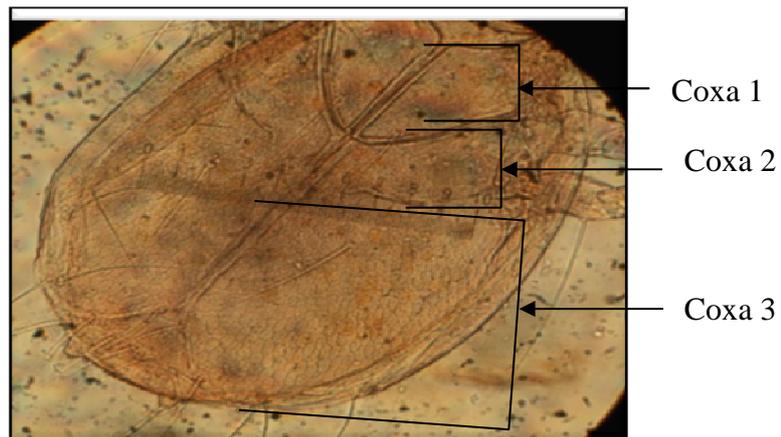
**Fig. 36:** Vue générale de la larve de *Piona unata* Agr.  $25,8 \times 10^3$ .



**Fig. 37:** Les trois pattes larvaires de *Piona uncata* Agr.  $37,4 \times 10^4$ .



**Fig. 38:** Plaque excrétrice de la larve de *Piona uncata* Agr.  $34,08 \times 10^5$ .



**Fig. 39:** Les trois coxa de la larve de *Piona uncata*. (Gr. x150).

**Deutonymphe:** Ce stade représente la phase nymphale active alors que chez la majorité des espèces la protonymphe et la tritonymphe sont des “calyptostases” (perte de la mobilité). La nymphé est libre et prédatrice d'invertébrés à l'origine, elle peut acquérir (*Eylais*, *Hydrachna*) un comportement parasitaire. Le taux de parasitisme peut influencer sur la compétitivité de l'hôte qui joue, dans le cas des imagos d'insectes aquatiques, un rôle de vecteur assurant la dispersion de l'acarien. Les deutonymphes ont une vie aquatique libre et sont des prédateurs voraces d'insectes aquatiques immatures et de petits Crustacés (Gledhill, 1985); (Fig.40).



**Fig. 40:** Deutonymphe de *Piona uncata*. (Gr. x150).

**Adulte:** L'adulte est plus volumineux que la nymphé, avec un appareil génital bien développé (Cook, 1974). Comme ils présentent une préférence spécifique et un choix opportuniste de proies. Le genre *Arrenurus* suivi de *Piona* sont les plus voraces, à l'égard des stades larvaires de *Culex pipiens*, *Anopheles maculipennis* et *Aedes aegyptie*. Le taux de prédation se dégrade au fur et à mesure que le stade larvaire du moustique évolue (Bendali-Saoudi, 2006); (Fig. 41). Les adultes d'hydracariens sont prédateurs de larves de Culicidae, tandis que leurs larves sont des ectoparasites des adultes de Culicidae, ils assurent leur dispersion (Bendali-Saoudi, 2006; Smith *et al.*, 1991).



**Fig. 41:** Adulte de *Piona uncata*. (Gr. x150).

### **2.2.2. Conservation et montage des lames**

Le milieu de conservation recommandé est le fluide de Koenig qui se compose de 50% de glycérol, 10% de l'acide acétique glaciaire, 40% de l'eau distillé. Ce milieu tend à faire devenir les annexes dilatées, molles, souples, avec quelques couleurs d'origine, de ce fait facilitant l'identification du spécimen (Cook, 1974). A l'aide d'un pinceau nous déposons l'échantillon sur lame, on rajoute une goutte de glycérine, on le recouvre d'une lamelle qu'on fixe avec du vernis à ongle transparent. Enfin chaque lame est numérotée. Avant cette étape, nos spécimens sont traités avec de la soude (NaOH à 10%) pendant 3 à 4 jours. La soude détruit les viscères et rend la préparation claire sous microscope (Bendali-Saoudi, 1989).

### **2.2.3. Méthode morphométrique et chétotaxique**

La systématique des Hydracariens est une spécialisation fortement divergente. Pour donner d'éventuelles caractéristiques spécifiques des individus récoltés, nous avons réalisé une étude morphométrique de 46 critères, les plus importants dans l'identification systématique, de 20 larves et adultes de chaque espèce. D'autre part une étude chétotaxique a concernée 18 critères de 20 individus des 4 espèces identifiées. L'étude a été réalisée sous microscope.

### **2.2.4. Analyse statistique**

Les résultats obtenus sont représentés par la moyenne, l'écart type suivi de la valeur minimale et maximale. Pour comparer nos résultats, nous avons utilisé le test t de Student. Il consiste à comparer les moyennes, de deux populations à l'aide des données de deux

échantillons indépendants (Dagnélie, 1970; 2006). La réalisation du test t de Student a été faite soit en comparant la valeur observée  $t_{obs}$  avec la valeur théorique  $t_{1-\alpha/2}$  tirée à partir de la table t de Student, pour un niveau de signification probabilité  $p$  avec le niveau  $P = 0,05$ . On considère qu'il existe des différences significatives si la valeur  $p$  est inférieure ou égale à la valeur  $P = 0,05$ . La comparaison des 20 individus, pour l'ensemble des 27 structures morphologiques étudiés pour les larves et 41 structures pour les adultes, a été réalisée à l'aide de l'analyse de la variance multivariée MANOVA en utilisant trois tests: Wilk's lambda; Lawley-Hotteling et Pillai's trace, (Dagnélie, 1970; 1986; 2006). Les trois tests sont proposés par Palm (2000) et Dagnélie (1970; 2006) sont tous asymptotiquement d'égale puissance et aucun test ne peut être recommandé de manière systématique, de préférence aux autres (Dagnélie, 1986). Pour la Chétotaxie les résultats ont été analysés par le test t de Student pour échantillon indépendant. Les calculs ont été réalisés à l'aide du logiciel d'analyse et de traitement statistique des données Minitab version 16.

# Résultats

## 2.3. Résultats

### 2.3.1. Biométrie des Hydracariens récoltés au niveau des Ruines Romaines:

#### 2.3.1.1. Biométrie des larves de *Piona uncata* Koenike 1888:

Pour mieux caractériser les espèces, on doit avoir recourt à la biométrie. Dans ce contexte des mensurations ont été entreprises sur les larves d'une part et sur les adultes d'autre part de *Piona uncata*, selon deux critères, la longueur et la largeur, les mensurations de 27 structures morphologiques ont été entreprises et elles sont récapitulées dans le tableau, 24. Les résultats biométrique concernant le corps entier; le gnatosome; la plaque excrétrice présentés dans la figure 42, montrent que les deux structure, corps et gnatosome sont plus longs que large, alors que la plaque excrétrice est plus large que longue. Donc le corps de la larve est ovale. En ce qui concerne la biométrie des coxae, le troisième est le plus long et le plus large que des deux autres (Fig. 43). Les larves des Hydrachnidia, comportent trois paires de pattes, constituées chacune de cinq segments qui s'articulent à partir des coxa, au niveau du podosoma. Les résultats biométriques des longueurs des cinq segments, des trois pattes, sont représentés dans la figure 44 et révèlent, que le cinquième segment des trois pattes est le plus développé.

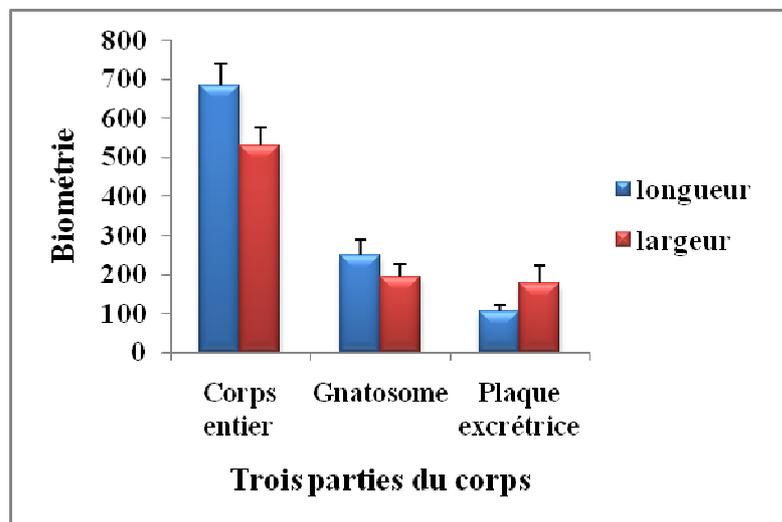
**Tableau 24:** Paramètres statistiques de la description des données des larves de *Piona uncata* récoltées au niveau des Ruines Romaines d'Annaba (27critères); unité:  $\mu\text{m}$ .

Variabes	N	X	S	X <sub>min</sub>	X <sub>max</sub>
Ce L	20	722,78	43,19	624,80	795,20
Ce l	20	552,80	43,74	440,20	624,80
Cx1L	20	113,60	31,25	71,00	184,60
Cx1l	20	132,05	20,14	99,40	170,40
Cx2L	20	122,12	26,22	85,20	184,60
Cx2l	20	171,82	30,87	127,80	255,60
Cx3L	20	291,8	50,1	184,6	369,20
Cx3l	20	225,07	39,17	127,80	284,00
G n L	20	255,60	38,55	170,40	312,40
G n l	20	196,00	35,60	113,60	255,60
P ex L	20	115,73	14,77	85,20	142,00
P ex l	20	208,7	48,1	127,8	312,40

Suite tableau 24

P1s1L	20	71,71	9,75	56,80	85,20
P1s2l	20	96,56	10,90	85,20	127,80
P1s3l	20	110,7	17,60	71,00	127,80
P1s4l	20	137,03	12,43	99,40	156,20
P1s5l	20	167,56	20,91	127,80	213,00
P2s1l	20	78,10	10,80	56,80	99,40
P2s2l	20	97,27	13,25	85,20	127,80
p2s3l	20	111,47	13,25	85,20	127,80
P2s4l	20	150,52	15,56	113,60	170,40
P2s5l	20	219,39	16,27	198,80	269,80
P3s1l	20	79,52	14,86	56,80	99,40
P3s2l	20	102,95	11,17	85,20	127,80
P3s3l	20	121,41	14,91	85,20	142,00
P3s4l	20	159,75	17,77	127,80	198,80
P3s5l	20	217,97	26,58	156,20	269,80

Ce L: longueur du Corps entier; Ce l: largeur du Corps entier; s: segment; Cx1L: longueur des Coxa; Cx1l: largeur des Coxa; G n L: longueur du Gnatosome; G n l: largeur du Gnatosome; P ex L: longueur de plaques des pores excréteur; P ex l: largeur de plaques des pores excréteur.



**Fig. 42:** Biométrie du corps, le gnatosome et la plaque excrétrice.

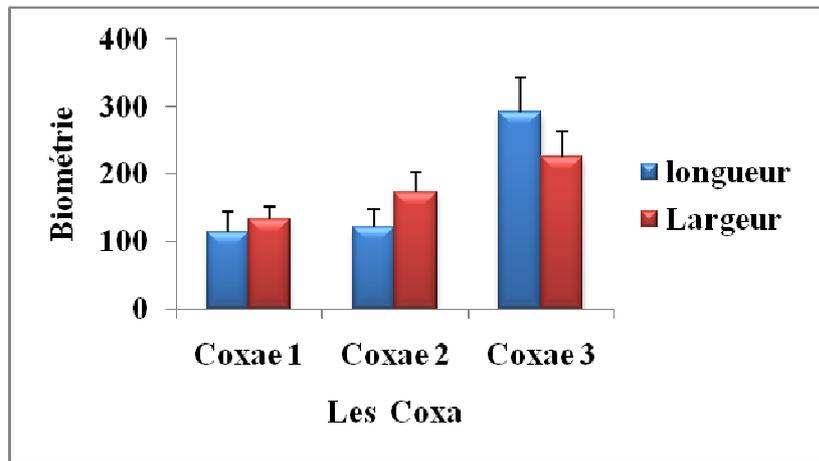


Fig. 43: Biométrie des trois coxa.

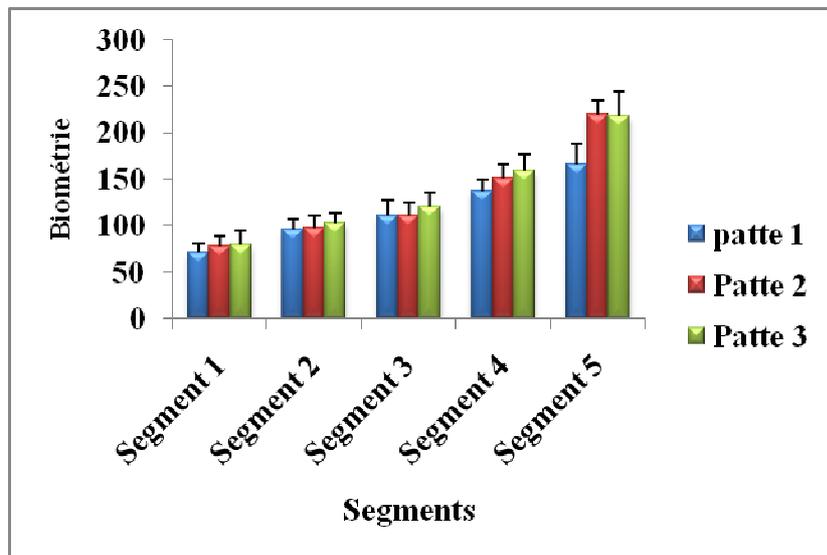


Fig. 44: Biométrie des pattes.

### 2.3.1.2. Biométrie des adultes de *Piona uncata* Koenike 1888:

En biologie cellulaire, il est fréquent que toutes les cellules d'une population ne présentent pas le même phénotype. La morphométrie quantitative vise à la caractérisation numérique détaillée, et validée statistiquement, d'objets divers tels que des types d'espèces distincts ou des structures de sous espèces particulières. Ceci inclut, le dénombrement de structures, le calcul de leurs diamètres, et la longueur peut s'effectuer sur base de leur morphologie particulière. La mensuration de la longueur et la largeur de multiples structures morphologiques des adultes de *Piona uncata* Koenike 1888 ont été également réalisé sur le corps, la plaque génirale, les quatre paires de coxae, la paire de pédipalpes et les quatre paires de

pattes. Les valeurs obtenues sont reportées dans le tableau 25. La figure 45 montre que le corps entier et la plaque génitale sont plus longs que larges. Tandis que le quatrième segment des pédipalpes droit et gauche sont les plus longs (Fig. 46). D'autre part la figure 47, affiche que les

quatre coxa, sont plus larges que longs. Alors que la longueur des six segments des quatre pattes, montre que le cinquième segment est le plus long (Fig. 48).

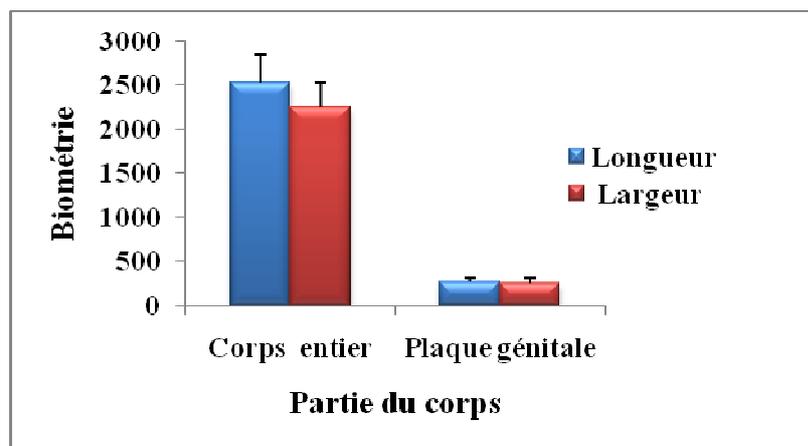
**Tableau 25:** Paramètres statistiques de la description des données des Adultes de *Piona uncata* Koenike 1888, récoltées au niveau des Ruines Romaines d'Annaba (41critères); unité:  $\mu\text{m}$ .

Variables	N	X	S	X <sub>min</sub>	X <sub>max</sub>
C eL	20	2533,3	317,0	2059,0	3067,2
C e l	20	2259,2	264,4	1718,2	2769,0
Cx1L	20	263,44	32,29	198,80	340,80
Cx1l	20	489,8	82,5	198,8	653,2
Cx2L	20	266,2	46,0	184,6	411,8
Cx2l	20	539,2	69,1	298,2	653,2
Cx3L	20	302,04	24,85	255,60	908,8
Cx3l	20	685,4	96,3	426,0	369,20
Cx4L	20	600,1	110,2	426,0	866,2
Cx4l	20	774,5	139,8	468,6	312,40
Pg d L	20	264,83	39,44	170,40	1065,0
Pg g L	20	267,32	43,05	184,60	369,20
P1s1l	20	205,9	63,9	85,2	298,2
P1s2l	20	379,1	91,0	227,2	568,0
P1s3l	20	423,9	69,3	298,2	582,2
P1s4l	20	700,8	87,0	596,4	852,0
P1s5l	20	769,6	82,2	539,6	894,6
P1s6l	20	639,0	73,0	511,2	781,0
P2s1l	20	223,6	156,2	177,5	355,0
P2s2l	20	399,0	269,8	355,0	639,0
P2s3l	20	472,1	269,8	397,6	710,0
P2s4l	20	726,3	568,0	639,0	923,0
P2s5l	20	813,0	369,2	795,2	1008,2
P2s6l	20	669,9	397,6	624,8	823,6
P3s1l	20	170,8	85,2	113,6	426,0
P3s2l	20	397,6	170,4	301,8	837,8
P3s3l	20	450,1	213,0	358,6	724,2
P3s4l	20	667,4	340,8	489,9	1107,6

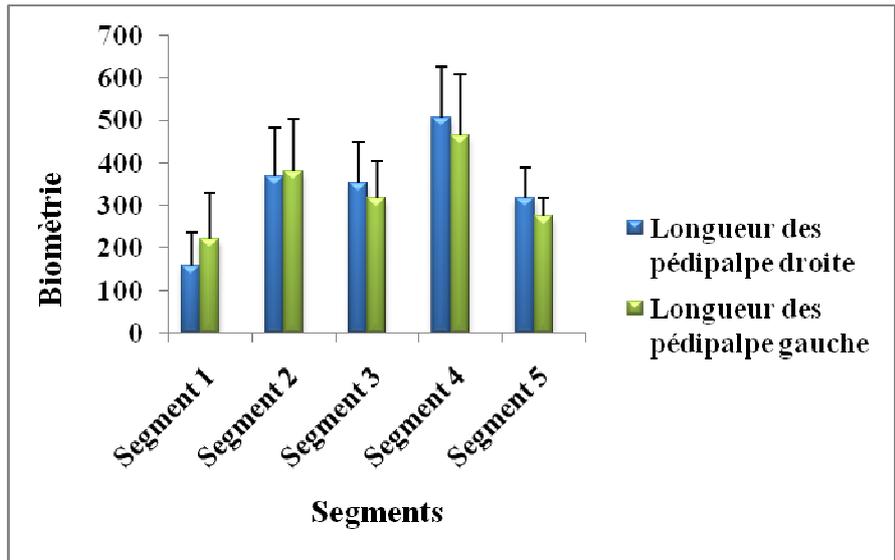
Suite tableau 25

P3s5l	20	812,9	269,8	685,2	1065,0
P3s6l	20	577,2	298,2	362,1	852,0
P4s1l	20	252,0	71,0	166,8	426,0
P4s2l	20	416,1	92,7	255,6	568,0
P4s3l	20	506,8	210,2	213,0	979,8
P4s4l	20	650,4	251,4	269,8	1136,0
P4s5l	20	773,5	161,2	397,6	1022,4
P4s6l	20	697,2	169,6	284,0	1164,4
Pds1	20	160,7	71,2	71,0	355,0
Pds2	20	364,8	101,5	184,6	511,2
Pds3	20	363,5	86,9	213,0	497,0
Pds4	20	536,0	122,5	284,0	837,8
Pds5	20	327,3	65,8	170,4	454,4

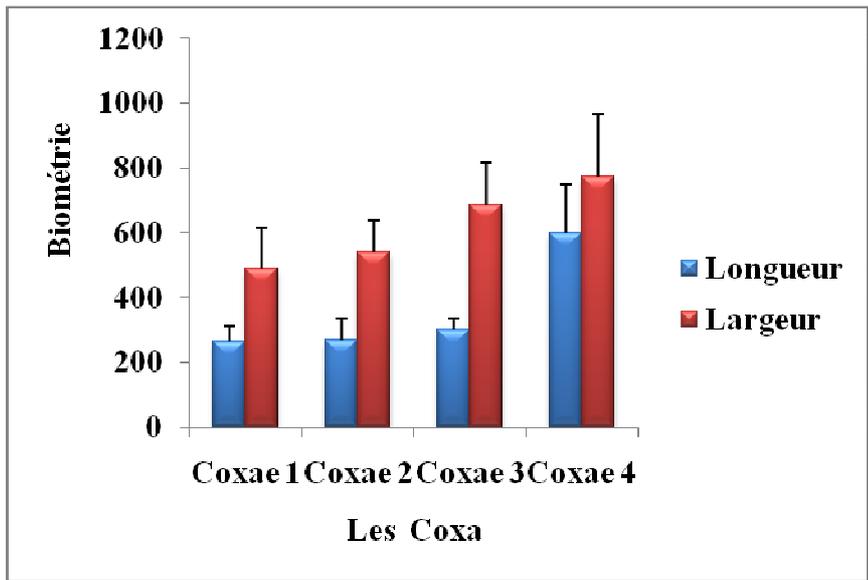
Ce L: longueur du Corps entier; Ce l: largeur du Corps entier; s: segment; Cx1L: longueur des Coxea; Cx1l: largeur des Coxea; G n L: longueur du Gnatosome; G n l: largeur du Gnatosome; Pg d L: longueur des plaques génitale droit; Pg g L: longueur des plaques génitale gauche.



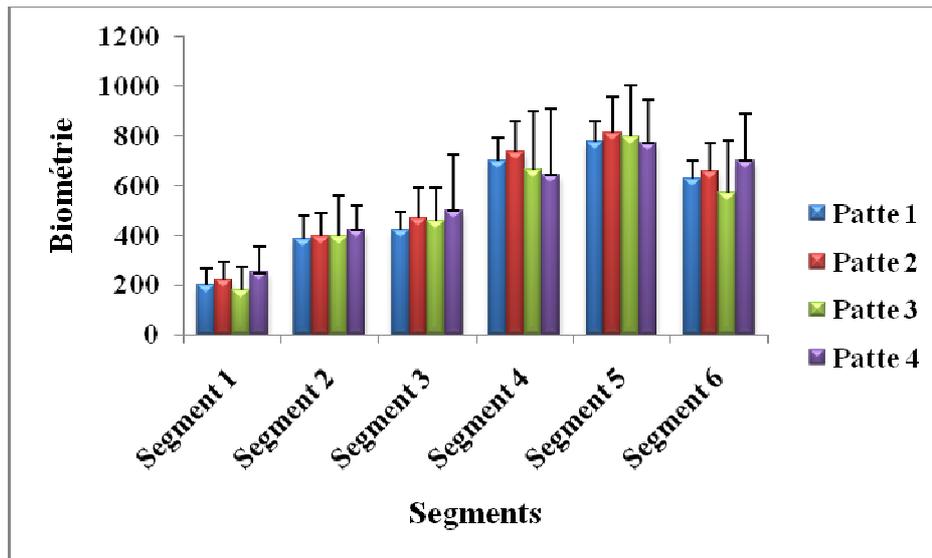
**Fig. 45:** Biométrie du Corps et de la plaque génitale.



**Fig. 46:** Biométrie des pédipalpes droite et gauche.



**Fig. 47:** Biométrie des quatre coxa.



**Fig. 48:** Biométrie des pattes.

### 2.3.2. Biométrie des Hydracariens récoltés au niveau du lac Tonga :

#### 2.3.2.1. Biométrie des larves de *Piona uncata* Koenike 1888:

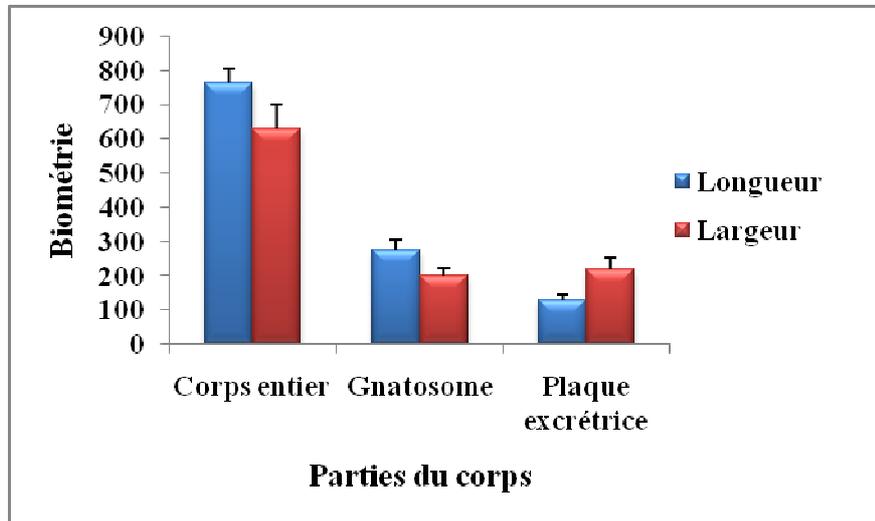
Les larves échantillonnées à partir du lac Tonga, ont subi une étude morphométrique, de plusieurs éléments structuraux (corps entier, gnatosome et plaque excrétrice). Les résultats obtenus, des mesures réalisées et récapitulés dans le tableau 26 & la figure 49, montrent que le corps et le gnatosome sont plus longs que large, alors que la plaque excrétrice est plus large que longue. Au niveau des coxae, le troisième, (Fig. 50) est plus long et plus large que les trois autres. Alors que les longueurs des cinq segments des trois pattes de la larve, sont affichées dans la figure 51 et, montrent que le cinquième segment des trois pattes est le plus long.

**Tableau 26:** Paramètres statistiques de la description des données des larves de *Piona uncata* Koenike 1888 récoltées au niveau du lac Tonga d'El Kala (27critères); unité:  $\mu\text{m}$ .

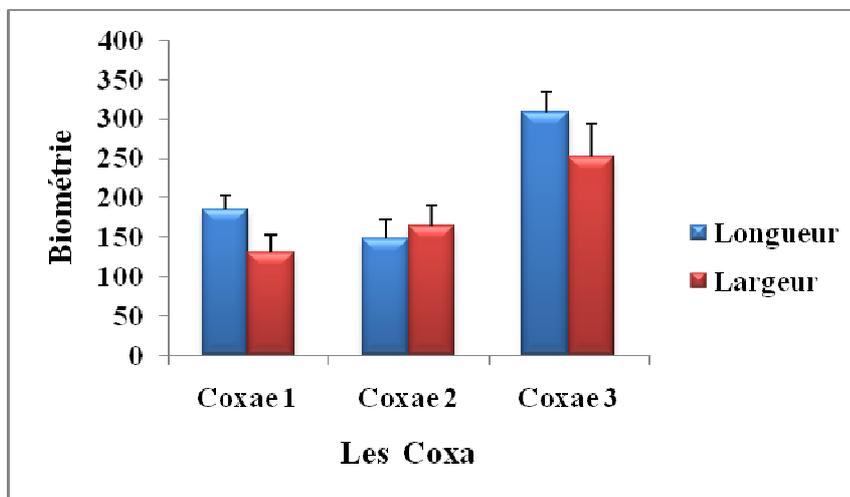
<b>Variables</b>	<b>N</b>	<b>X</b>	<b>S</b>	<b>X<sub>min</sub></b>	<b>X<sub>max</sub></b>
Ce L	20	762,54	41,49	639,00	852,00
Ce l	20	630,6	70,1	525,4	784,0
Cx1L	20	184,59	19,01	142,00	213,00
Cx1l	20	130,65	21,91	113,60	198,80
Cx2L	20	147,70	25,41	99,40	198,80
Cx2l	20	164,72	25,82	113,60	213,00
Cx3L	20	308,85	26,42	255,60	369,20
Cx3l	20	252,05	41,94	127,80	340,80
G n L	20	276,19	28,58	227,20	312,40
G n l	20	200,93	23,16	142,00	227,20
Pg d L	20	128,50	17,53	99,40	170,40
Pg g L	20	220,1	34,01	156,20	284,00
P1s1L	20	73,13	8,34	56,80	85,20
P1s2l	20	96,56	9,88	85,20	113,60
P1s3l	20	111,47	18,59	85,20	156,20
P1s4l	20	141,29	13,41	127,80	170,40
P1s5l	20	168,27	24,93	142,00	255,60
P2s1l	20	77,39	10,78	71,00	113,60
P2s2l	20	93,72	13,35	71,00	113,60
p2s3l	20	110,76	12,70	85,20	127,80
P2s4l	20	148,39	14,18	127,80	184,60
P2s5l	20	213,00	13,82	170,40	227,20
P3s1l	20	79,52	10,71	71,00	99,40
P3s2l	20	100,82	13,74	71,00	127,80
P3s3l	20	110,05	12,08	85,20	127,80
P3s4l	20	156,20	12,19	142,00	184,6
P3s5l	20	219,39	22,79	184,60	255,60

Abréviation du tableau 26

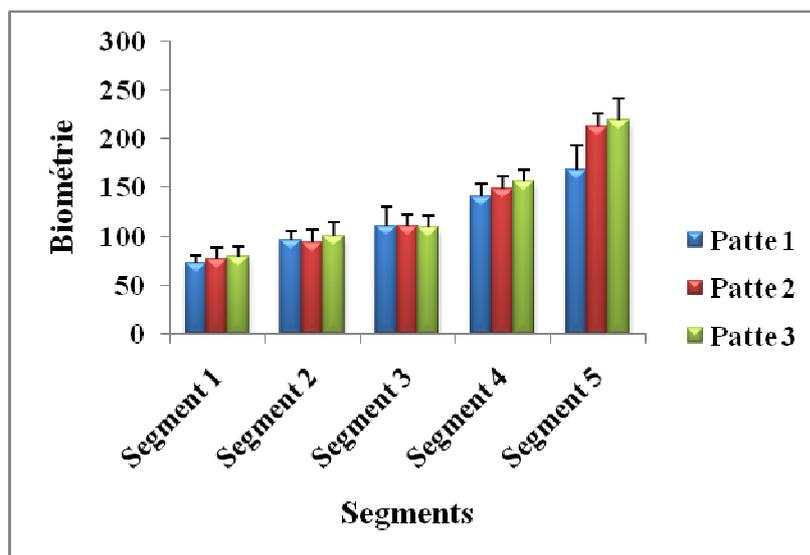
Ce L: longueur du Corps entier; Ce l: largeur du Corps entier; s: segment; Cx1L: longueur des Coxa; Cx1l: largeur des Coxa; G n L: longueur du Gnatosome; G n l: largeur du Gnatosome; P ex L: longueur de plaques des pores excréteur; P ex l: largeur de plaques des pores excréteur.



**Fig. 49:** Biométrie du corps, gnatosome et la plaque excrétrice.



**Fig. 50:** Biométrie des coxa.



**Fig. 51:** Biométrie des pattes.

### 2.3.2.2. Biométrie des adultes *Piona uncata* Koenike 1888:

Les résultats de la biométrie du corps entier et de la plaque génitale, des individus adultes de *Piona uncata* Koenike 1888, sont enregistrés dans le tableau 27 & figure 52, ils montrent que les deux structures sont plus longues que larges. La figure 53 affiche que les quatrième segments des pédipalpes droit et gauche sont les plus long. Les résultats biométriques des coxa affiche que les quatre coxa sont plus larges que longs (Fig. 54); la longueur des six segments des quatre pattes, montre que les cinquièmes segments des quatre pattes sont les plus longs (Fig. 55).

**Tableau 27:** Paramètres statistiques de la description des données des adultes de *Piona uncata* Koenike 1888 récoltées au niveau du lac Tonga d'El Kala (41 critères); unité:  $\mu\text{m}$ .

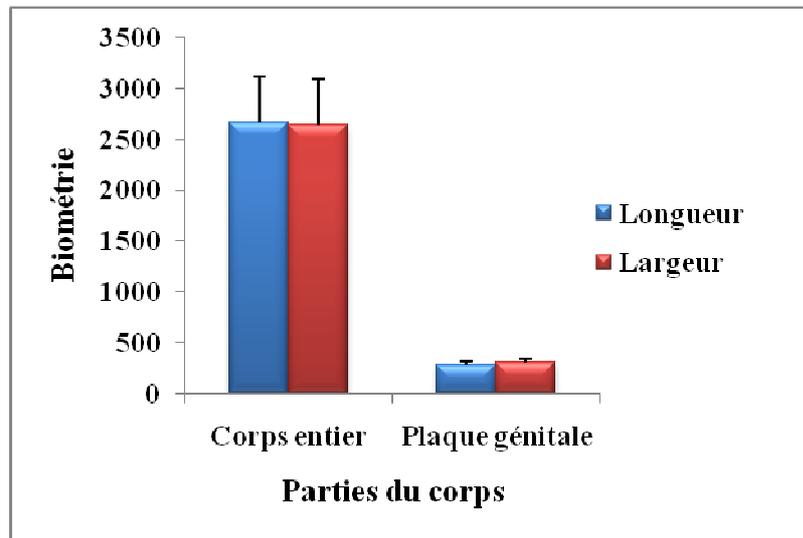
Variables	N	X	S	X <sub>min</sub>	X <sub>max</sub>
CEL	20	2661	455	2244	3976
C e l	20	2647	452	2201	3777
Cx1L	20	246,4	83,9	156,2	568,0
Cx1l	20	651,8	82,3	440,2	795,2
Cx2L	20	259,86	26,90	198,80	312,40
Cx2l	20	617,7	83,5	482,8	795,2
Cx3L	20	237,14	44,21	184,60	355,00
Cx3l	20	680,9	82,6	568,0	866,2
Cx4L	20	580,1	120,4	227,2	738,4
Cx4l	20	782,4	95,3	568,0	937,2
Pg d L	20	285,42	33,19	227,20	355,00
Pg g L	20	291,81	36,71	227,20	369,20

Suite tableau 27

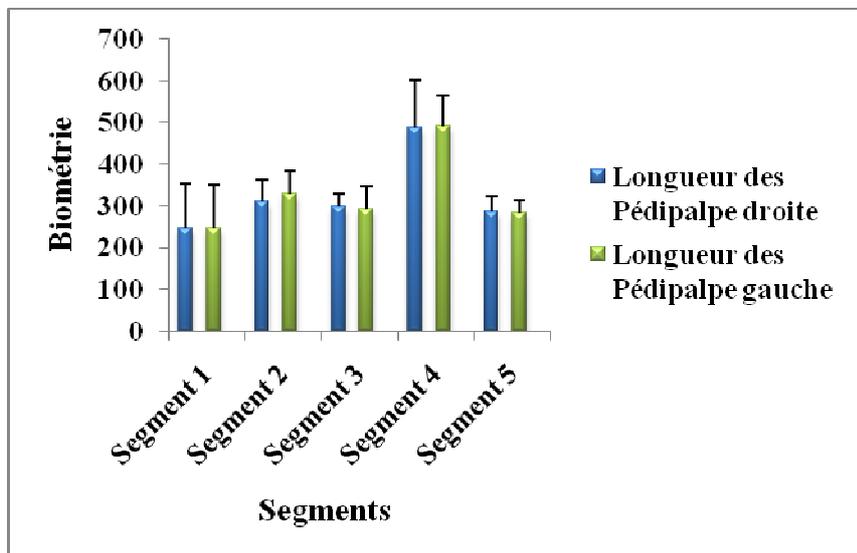
P1s1l	20	252,32	34,21	198,80	340,80
P1s2l	20	374,9	50,0	227,2	440,2
P1s3l	20	411,4	60,2	312,4	568,0
P1s4l	20	646,6	69,9	511,2	781,0
P1s5l	20	756,5	51,1	653,2	837,8
P1s6l	20	667,4	53,7	568,0	781,0
P2s1l	20	280,44	44,07	213,00	355,00
P2s2l	20	373,8	51,3	255,6	440,2
P2s3l	20	447,7	55,9	369,2	624,8
P2s4l	20	724,9	71,0	596,4	880,4
P2s5l	20	824,0	87,8	639,0	994,0
P2s6l	20	693,3	54,1	610,6	795,2
P3s1l	20	291,8	64,9	170,4	426,0
P3s2l	20	372,0	48,0	284,0	482,8
P3s3l	20	369,6	105,8	227,2	568,0
P3s4l	20	609,9	128,5	397,6	866,2
P3s5l	20	759,0	192,6	312,4	1008,2
P3s6l	20	497,0	164,6	312,4	781,0
P4s1l	20	370,6	55,1	284,0	497,0
P4s2l	20	427,4	82,8	284,0	568,0
P4s3l	20	408,6	142,5	284,0	639,0
P4s4l	20	665,6	164,0	397,6	994,0
P4s5l	20	798,8	127,1	568,0	1107,6
P4s6l	20	704,3	76,7	539,6	852,0
Pds1	20	231,5	99,6	142,0	525,4
Pds2	20	318,8	51,0	213,0	397,6
Pds3	20	297,13	29,25	255,60	355,00
Pds4	20	492,7	104,3	284,0	610,6
Pds5	20	288,26	34,43	213,00	340,80

## Abréviation du tableau 27

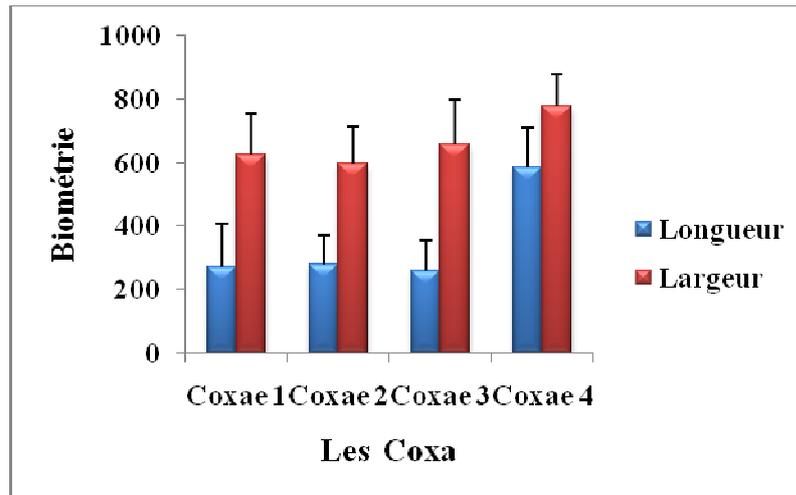
Ce L: longueur du Corps entier; Ce l: largeur du Corps entier; s: segment; Cx1L: longueur des Coxa; Cx1l: largeur des Coxa; G n L: longueur du Gnatosome; G n l: largeur du Gnatosome; Pg d L: longueur des plaques génitale droit; Pg g L: longueur des plaques génitale gauche.



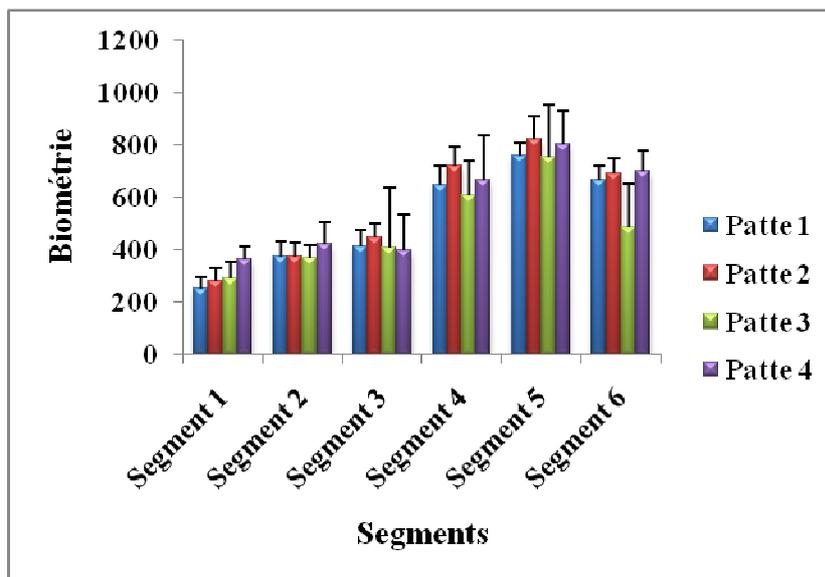
**Fig. 52:** Biométrie du corps et de la plaque génitale de l'adulte.



**Fig. 53:** Biométrie des pédipalpes droit et gauche.



**Fig. 54:** Biométrie des coxa.



**Fig. 55:** Biométrie des pattes.

**La comparaison des résultats biométrique des larves des deux sites:** Une étude comparative statistique de l'espèce abondante au niveau des deux sites à révélé des différences variables. La longueur de la plaque excrétrice, la largeur de troisième coxae, la largeur de troisième segment de la troisième patte montre une différence significative. La longueur du corps; la longueur du deuxième coxae montre une différence hautement significative. La largeur du corps entier et la longueur du première coxae, montrent une différence très hautement significative (Tableau 28). L'analyse statistique multivariée de l'ensemble des critères (Tableau 29), présente une différence hautement significative.

**Tableau 28:** Résultats du test t de Student pour échantillons indépendantes, comparaison entre les moyennes de la biométrie des critères des larves des deux sites.

Variables	Moyennes par sites		Paramètres statistiques	
	Ruine Romaine	Lac Tonga	t <sub>obs</sub>	P
Ce L	722,8	762,5	2,97	0,00**
Ce l	552,8	630,6	4,21	0,000***
Cx1L	113,6	184,6	8,68	0,000***
Cx1l	132,0	130,6	0,83	0,21
Cx2L	122,1	147,7	3,13	0,00**
Cx2l	171,8	164,7	0,79	0,43
Cx3L	291,8	308,8	1,34	0,19
Cx3l	225,1	252,0	2,10	0,04*
G n L	255,6	276,2	1,92	0,06
G n l	196,0	200,9	0,52	0,60
P ex L	115,7	128,5	2,49	0,01*
P ex l	208,7	220,1	0,86	0,39
P1s1L	71,71	73,13	0,50	0,62
P1s2l	96,6	96,56	0,00	1,00
P1s3l	110,8	111,5	0,12	0,90
P1s4l	137,0	141,3	1,04	0,30
P1s5l	167,6	168,3	0,10	0,92
P2s1l	78,1	77,4	0,21	0,83

Suite tableau 28

P2s2l	97,3	93,7	0,84	0,40
p2s3l	111,5	110,8	0,17	0,86
P2s4l	150,5	148,4	0,45	0,65
P2s5l	219,4	213,0	1,34	0,18
P3s1l	79,5	79,5	0,00	1,00
P3s2l	103,0	100,8	0,54	0,59
P3s3l	121,4	110,0	2,65	0,01*
P3s4l	159,8	156,2	0,74	0,46
P3s5l	218,0	219,4	0,18	0,85

**Tableau 29:** Résultats d'analyses statistiques multivarié pour les larves (MANOVA):

Tests	Valeurs observés du test	F <sub>obs</sub>	P
Wilk	0,09924	4,03	0,00**
Lawley -	9,07645	4,03	0,00**
Hotelling	0,90076	4,03	0,00**
Pillai			

**Comparaison des résultats biométriques des adultes des deux sites:** Une étude comparative statistique de l'espèce abondante au niveau des deux sites à révélé des différences variable. La longueur du quatrième segment de la première patte et la longueur du troisième segment de la troisième patte, ainsi que la longueur du premier; le cinquième segment de pédipalpe, montre une différence significative. La largeur du corps ; la largeur du deuxième coxae; la longueur du premier segment de la première patte; ainsi que le troisième segment du pédipalpe montre une différence hautement significative. La largeur du premier coxae, et la longueur du troisième coxae; ainsi que la longueur du premier segment de la deuxième; la troisième et la quatrième patte montrent, une différence très hautement significative (Tableau 30). L'analyse statistique multivariée de l'ensemble de critères (Tableau 31), ne présente aucune différence.

**Tableau 30:** Résultats du test t de Student pour échantillons indépendantes, comparaison entre les moyennes de la biométrie des critères des adultes des deux sites.

Variables	Moyennes par sites		Paramètres statistiques	
	Ruine Romaine	Lac Tonga	t <sub>obs</sub>	P
C e L	2533	2661	1,03	0,31
C e l	2259	2647	3,31	0,00**
Cx1L	263,4	246,4	0,85	0,40
Cx1l	489,8	651,8	6,22	0,00***
Cx2L	266,2	259,9	0,54	0,5
Cx2l	539,2	617,7	3,24	0,00**
Cx3L	0,00	237,1	5,72	0,00***
Cx3l	685,4	680,9	0,16	0,87
Cx4L	600	580	0,55	0,58
Cx4l	775	782,4	0,21	0,83
Pg d L	264,8	285,4	1,79	0,08
Pg g L	267,3	291,8	1,94	0,06
P1s1l	205,9	252,3	2,86	0,00**
P1s2l	379,1	374,9	0,18	0,85
P1s3l	423,9	411,4	0,61	0,54
P1s4l	700,8	646,6	2,17	0,03*
P1s5l	769,6	756,5	0,61	0,54
P1s6l	639,0	667,4	1,40	0,17

Suite tableau 30

P2s1l	223,6	280,4	3,50	0,000***
P2s2l	399,0	373,8	1,13	0,26
P2s3l	472	447,7	0,84	0,40
P2s4l	726	724,9	0,05	0,96
P2s5l	813	824,0	0,32	0,75
P2s6l	669,9	693,3	0,93	0,35
P3s1l	170,8	291,8	4,91	0,000***
P3s2l	398	372,0	0,73	0,47
P3s3l	450	370	2,14	0,03*
P3s4l	667	610	1,00	0,32
P3s5l	813	759	0,88	0,38
P3s6l	577	497	1,39	0,17
P4s1l	252	370,6	4,62	0,000***
P4s2l	416,1	427,4	0,41	0,68
P4s3l	507	409	1,73	0,09
P4s4l	650	666	0,23	0,82
P4s5l	774	799	0,55	0,58
P4s6l	697	704,3	0,17	0,86
Pds1	160,7	231,5	2,59	0,01*
Pds2	365	318,8	1,81	0,08
Pds3	363,5	297,1	3,24	0,00**
Pds4	536	493	1,20	0,23
Pds5	327,3	288,3	2,35	0,02*

**Tableau 31:** Analyse statistique multivariée de la biométrie des adultes (MANOVA)

Tests	Valeurs observés du test	F <sub>obs</sub>	P
Wilk	0,02342	3,57	0,16 NS
Lawley - Hotelling	41,69143	3,57	0,16 NS
Pillai	0,97658	3,57	0,16 NS

### 2.3.2.3. Biométrie des adultes de l'espèce *Forelia onondaga* Habeeb 1966:

Les résultats du tableau 32, montrent qu'au niveau des deux critères la longueur égale la largeur. Le tableau 33 affiche que le quatrième segment des pédipalpes droit et gauche est le plus long. Le tableau 34 des coxae affiche que les quatre coxa sont plus larges que long; la longueur de six segments des quatre pattes, montre que le quatrième et le cinquième segment des quatre pattes sont les plus longs (Tableau 35).

**Tableau 32:** Biométrie des deux critères (N=20; m±s; unité: µm).

Paramètres Critères	Longueur	Largeur
Corps entier	3792,1± 259,0	3779,3± 475,1
Plaqué génitale	290,3± 32,8	295,8± 15,6

**Tableau 33:** Biométrie des segments des pédipalpes droite et gauche (N=20; unité: µm).

Critères	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5
Longueur des Pédipalpe droite	265,4± 31,8	435,2± 67,7	289,0± 16,6	477,0± 97,6	310,7±102,5
Longueur des Pédipalpe gauche	256,4± 21,5	470,8± 89,2	294,5± 57,4	538,9± 82,2	325,1±100,8

**Tableau 34:** Biométrie des coxa (N=20; m±s; unité: µm).

Paramètres Coxa	Longueur	Largeur
Coxae 1	261,3± 32,6	446,8± 39,4
Coxae 2	374,9± 38,3	603,0± 40,8
Coxae 3	298,2± 25,7	678,7± 74,0
Coxae 4	560,4± 68,1	842,5± 40,8

**Tableau 35:** Biométrie des segments des quatre pattes (N=20; m±s; unité: µm).

Pattes	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5	Segment 6
Patte 1	300,0±53,9	481,2± 81,5	499,2 ±146,3	725,6 ±111,6	828,8 ±93,0	680,1 ±67,6
Patte 2	304,3 ±29,8	492,0±54,3	489,5± 64,1	802,3±65,2	876,1± 51,9	722,8± 46,0
Patte 3	306,2 ±48,6	525,4 ±69,4	511,9 ±87,2	835,0 ±116,3	899,6 ±118,8	713,7 ± 77,3
Patte 4	352,3± 58,7	477,5 ±75,8	547,1±100,1	861,9±122,7	958,5 ±73,4	722,8 ±161,0

**2.3.2.4. Biométrie des adultes de l'espèce *Unionicola crassipes* Mitchell 1955:**

Les résultats de la biométrie du corps entier, plaque génitale des individus adultes de l'espèce *Unionicola crassipes* sont enregistrés dans le tableau 36, ces résultats montrent que les deux critères sont plus longs que large. Le tableau 37 affiche que le quatrième segment des pédipalpes droit et gauche est le plus long. Le tableau 38 affiche que les quatre coxae sont plus larges que long. Le tableau 39 montre que le cinquième segment des quatre pattes est le plus long et le premier segment de la troisième patte est le plus court.

**Tableau 36:** Biométrie du corps entier, plaque génitale (N=20; m±s; unité: µm).

Paramètres Critères	Longueur	Largeur
Corps entier	2067,5± 304,8	1885,8 ±309,1
Plaque génitale	276,5±57,3	262,3 ±30,2

**Tableau 37:** Biométrie des segments des pédipalpes droite et gauche (N=20; unité: µm).

Critères	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5
Longueur des Pédipalpe droite	136,8±26,4	285,0±45,1	167,4±40,6	339,0±57,2	276,0±54,4
Longueur des Pédipalpe gauche	193,3±39,1	329,6±60,5	215,8 ±64,0	359,4±72,9	286,7 ±48,1

**Tableau 38:** Biométrie des coxa (N=20; m±s; unité: µm).

Paramètres Coxa	Longueur	Largeur
Coxae 1	248,9 ±26,3	399,8±68,1
Coxae 2	284,0±48,6	420,9±81,6
Coxae 3	323,8±39,1	456,3±67,9
Coxae 4	525,4±81,0	840,7 ±38,8

**Tableau 39:** Biométrie des segments des quatre pattes (N=20; m±s; unité: µm).

Segments Pattes	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5	Segment 6
Patte 1	289,2±33,2	591,9±125,8	736,9±167,3	901,3±291,2	747,4±118,7	701,3±121,0
Patte 2	260,6±29,2	612,2±126,8	945,1±279,2	1114,7±351,5	1212,5±307,8	1083,1±251,7
Patte 3	257,3±31,3	496,2±86,8	669,0±159,9	853,6±242,7	1406,6±651,6	963,2±213,7
Patte 4	319,5±45,0	633,5±134,2	863,2±192,1	1018,0±229,0	1262,9±297,3	1117,1±280,7

### 2.3.2.5. Biométrie des adultes de l'espèce *Hydrachna cruenta* Muller 1776:

Les résultats morphométriques de la longueur et de la largeur du corps entier; la plaque génitale présente dans le tableau 40, montrent que les deux critères sont plus long que large. Le quatrième segment de pédipalpe droit et gauche sont plus long mais le cinquième segment le contraire plus court (Tableau 41). Les quatre coxa sont large que longs (Tableau 42). Alors que la longueur des six segments, des quatre pattes de l'adulte, montrent que le cinquième segment des quatre pattes est le plus long (Tableau 43).

**Tableau 40:** Biométrie des deux critères (N=20; m±s; unité: µm).

Paramètres Critère	Longueur	Largeur
Corps entier	3337,0±508,2	3166,6±523,2
Plaque génitale	418,9±85,6	301,8±13,6

**Tableau 41:** Biométrie des segments des pédipalpes droite et gauche (N=20; m±s; unité: µm).

Critères	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5
Longueur des Pédipalpe droite	284,0±48,2	261,3±32,7	247,1±50,8	337,3±68,0	163,3±27,2
Longueur des Pédipalpe gauche	259,2±37,3	280,5±49,7	255,6±41,4	308,8±40,8	166,9±40,8

**Tableau 42:** Biométrie des coxa (N= 20; m±s; unité: µm).

Paramètres Coxa	Longueur	Largeur
Coxae 1	293,5±8,2	416,5±16,4
Coxae 2	262,7±42,6	401,2±105,2
Coxae 3	355,0±58,0	553,8±233,3
Coxae 4	530,1±16,4	539,6±332,7

**Tableau 43:** Biométrie des segments des quatre pattes (N=20; m±s; unité: µm).

Segments Pattes	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5	Segment 6
Patte 1	273,3±13,6	372,8±29,3	344,3±71,8	475,7±102,1	504,1±113,9	536,1±75,5
Patte 2	281,2±35,4	352,2±83,6	383,4±63,5	482,8±111,4	590,7±129,6	565,2±91,1
Patte 3	269,8±14,2	335,1±54,6	391,9±83,2	616,3±114,7	684,4±129,5	559,5±56,4
Patte 4	340,8±55,9	411,8±89,2	426,0±99,9	701,5±167,0	746,9±184,5	587,9±129,6

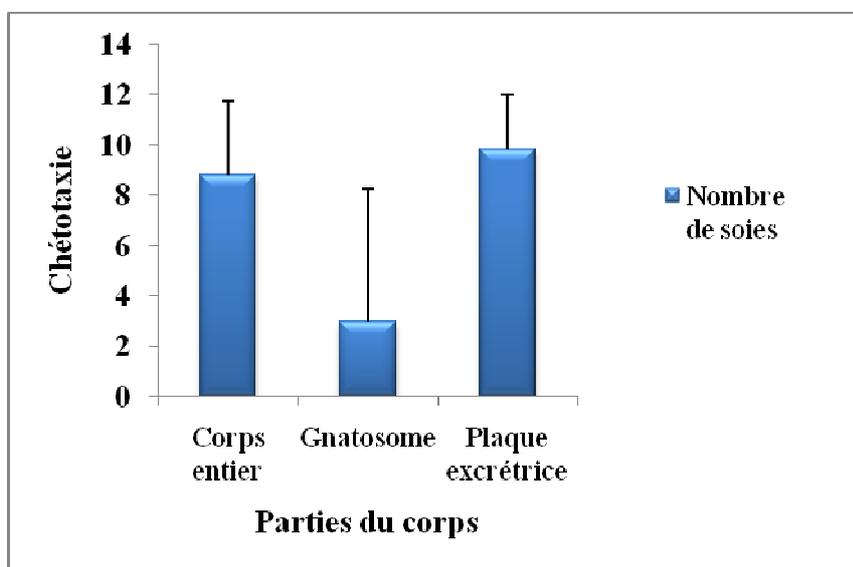
### 2.3.3. Chétotaxie de *Piona uncata* Koenike 1888 récoltées au niveau des Ruines Romaines:

#### 2.3.3.1. Chétotaxie des larves de *Piona uncata* Koenike 1888:

Nous avons réalisé la chétotaxie sur les parties du corps entier de la larve: le gnatosome, la plaque excrétrice et sur les cinq segments, des trois pattes. La plaque excrétrice porte un nombre de soie élevé, par rapport au corps entier et le gnatosome, (Tableau 44; fig. 56). En ce qui concerne la chétotaxie des pattes les valeurs sont représentées dans le tableau 45 et la figure 57, qui montrent un nombre minimum de soie sur le segment 1 alors que le maximum, se trouve sur le segment 4, au niveau des trois pattes. Cependant le segment 4 de la deuxième patte, porte le nombre le plus élevé de soies.

**Tableau 44:** Chétotaxie de trois parties du corps N=20; m±s; (valeur minimale-valeur maximale).

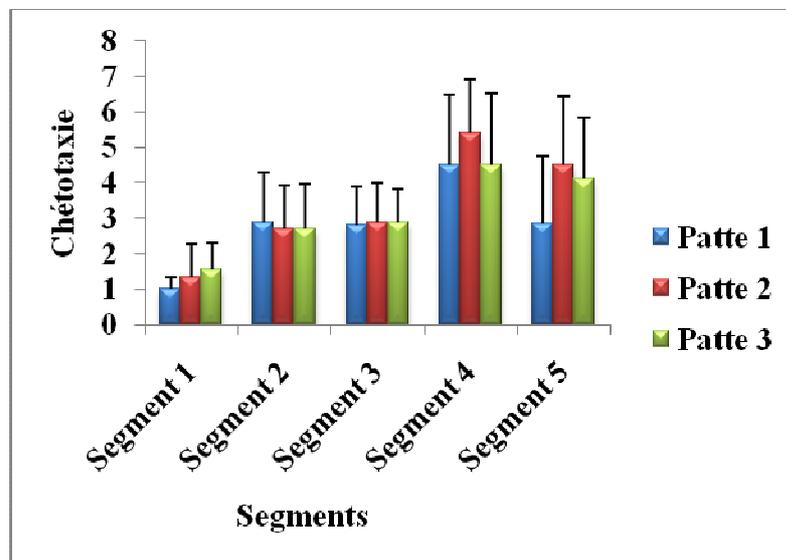
Critères	Nombre de soies
Corps entier	8,80±2,98 (4-15)
Gnatosome	3,00±5,25 (0-3)
Plaque excrétrice	9,85±2,15 (3-13)



**Fig. 56:** Chétotaxie de trois parties du corps de la larve.

**Tableau 45:** Chétotaxie des segments des pattes, N=20; m±s; (valeur minimale-valeur maximale).

Segments	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5
Patte1	1,00±0,32 (0-2)	2,90±1,37 (1-5)	2,80±1,10 (1-4)	4,50±1,98 (1-9)	2,85±1,89 (0-6)
Patte2	1,35±0,93 (1-5)	2,70±1,21 (1-5)	2,90±1,33 (1-6)	5,40±1,50 (3-9)	4,50±1,96 (0-9)
Patte3	1,55±0,75 (0-3)	2,70±1,26 (1-6)	2,90±0,91 (2-5)	4,50±2,03 (0-7)	4,10±1,74 (2-9)



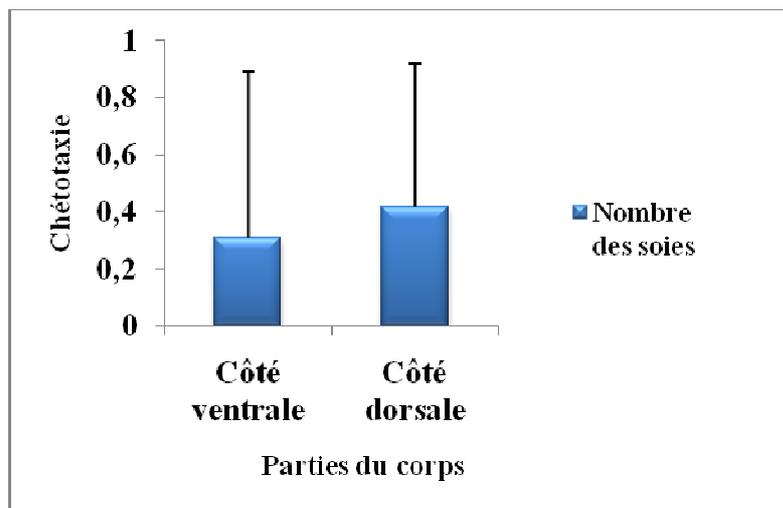
**Fig. 57:** Les cinq segments de trois pattes de la larve.

### 2.3.3.2. Chétotaxie des adultes de *Piona uncata* Koenike 1888:

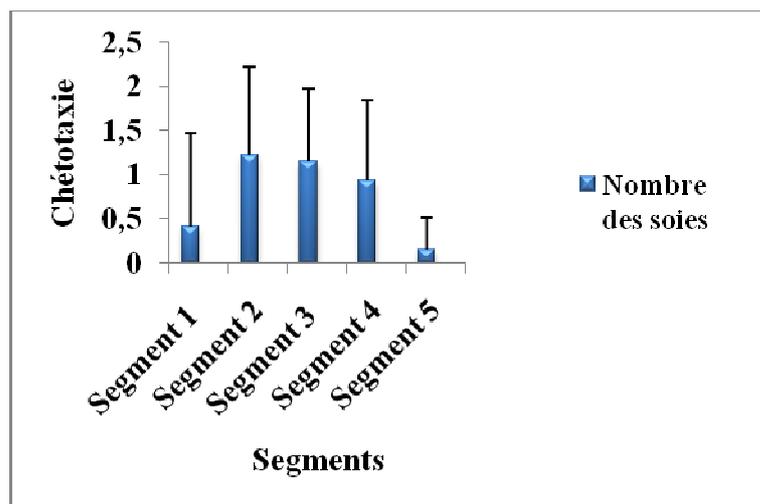
On a procédé à l'étude chétotaxique qui s'intéresse au dénombrement des soies, réparties sur les différentes parties du corps. Cela a concerné l'espèce dominante, au niveau du site sub urbain les Ruines Romaines. L'opistosoma et le côté dorsal de l'adulte porte un nombre minimale de soie, par rapport aux autre cinq segments des pédipalpes, (Tableau 46; fig. 58 & 59). Les résultats de la chétotaxie des pattes enregistrés dans le tableau 47 et la figure 60, montrent que le nombre minimum de soie, se trouve sur le premier segment au niveau des quatre pattes tandisque le maximum de soies, se trouve sur le segment 4 et 5, de la quatrième et la cinquième patte. Seulement le segment 4 de la quatrième patte porte le nombre le plus élevé de soie.

**Tableau 46:** Chétotaxie de trois parties du corps, N=20;  $m \pm s$ ; (valeur minimale-valeur maximale).

Critères	Côté ventrale	Côté dorsale	Pédipalpes				
			Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5
Nombre des soies	0,31±0,58 (0-2)	0,42±0,50 (0-3)	0,412±1,06 (0-1)	1,22±1,00 (0-5)	1,15±0,83 (0-5)	0,94±0,91 (0-4)	0,15±0,37 (0-1)



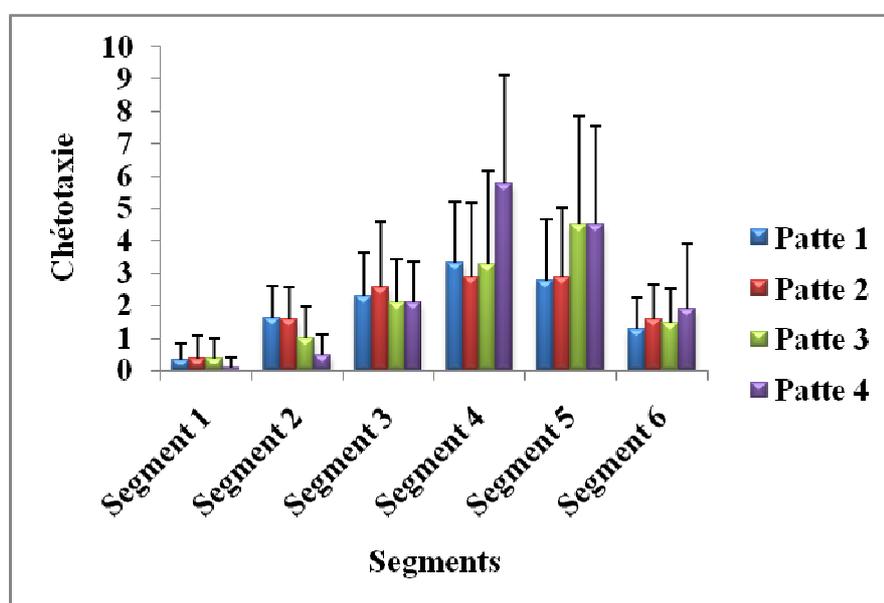
**Fig. 58:** Chétotaxie de côté ventrale et dorsale de l'adulte.



**Fig. 59:** Chétotaxie des cinq segments des pédipalpes.

**Tableau 47:** Chétotaxie des segments des pattes, N=20; m±s; (valeur minimale-valeur maximale).

Pattes	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5	Segment 6
Patte1	0,33±0,48 (0-1)	1,60±0,99 (0-3)	2,30±1,34 (0-4)	3,33±1,90 (0-7)	2,78±1,87 (0-6)	1,26±0,99 (0-3)
Patte2	0,37±0,71 (0-2)	1,57±1,01 (0-3)	2,57±2,00 (0-6)	2,89±2,30 (1-7)	2,88±2,14 (0-7)	1,58±1,06 (0-4)
Patte3	0,37±0,61 (0-2)	1,00±0,97 (0-3)	2,11±1,32 (1-4)	3,27±2,88 (1-11)	4,50±3,36 (1-12)	1,47±1,06 (0-4)
Patte4	0,09±0,30 (0-1)	0,46±0,64 (0-2)	2,11±1,23 (0-4)	5,77±3,35 (0-14)	4,50±3,05 (1-12)	1,88±2,02 (0-7)



**Fig. 60:** Chétotaxie des quatre pattes des adultes.

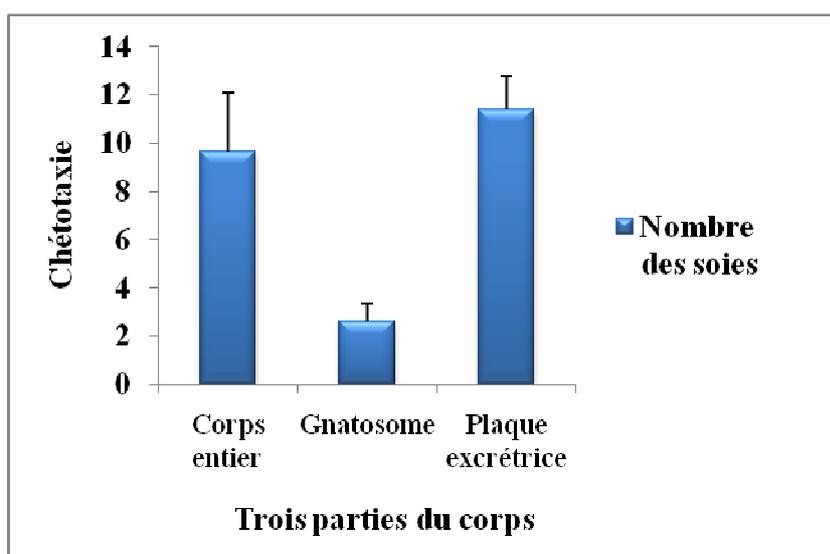
### 2.3.4. Chétotaxie des Hydracariens récoltés au niveau du lac Tonga:

#### 2.3.4.1. Chétotaxie de *Piona uncata* Koenike 1888:

**Les larves:** La plaque excrétrice porte un nombre de soie élevé par rapport au corps entier et le gnatosome (Tableau 48; fig.61). Mais les valeurs des pattes qui sont représentées dans le tableau 49 et la figure 62 montrent un nombre minimum de soie sur le premier segment des trois pattes. Alors que le quatrième segment de la troisième patte, porte le nombre le plus élevé de soie.

**Tableau 48:** Chétotaxie de trois parties du corps de la larve, N=20;m±s; (valeur minimale-valeur maximale).

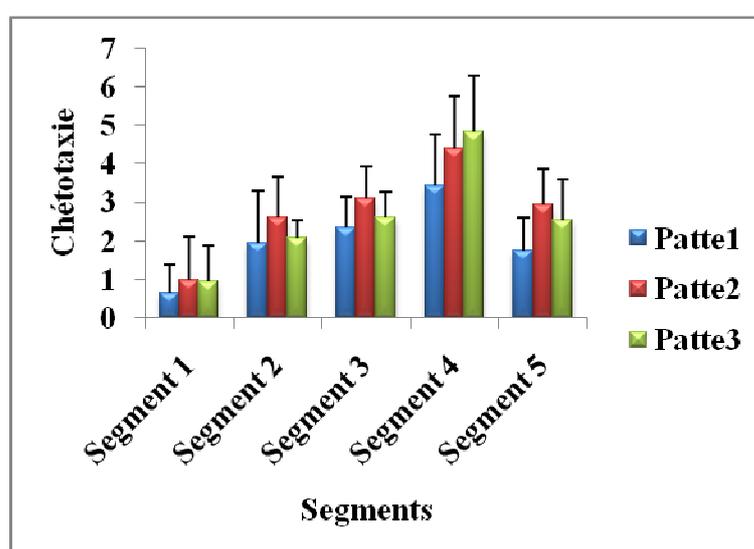
Critères	Nombre de soies
Corps entier	9,65±2,43 (6-15)
Gnatosome	2,60±0,75 (2-4)
Plaque excrétrice	11,40±1,39 (9-14)



**Fig. 61:** Chétotaxie des trois parties du corps de la larve.

**Tableau 49:** Chétotaxie des segments des pattes, N=20; m±s; (valeur minimale-valeur maximale).

Segments	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5
Patte1	0,65±0,74 (0-3)	1,95±1,35 (0-4)	2,35±0,81 (1-4)	3,45±1,31 (1-7)	1,75±0,85 (0-3)
Patte2	1,00±1,12 (0-5)	2,60±1,09 (1-5)	3,10±0,85 (1-4)	4,40±1,35 (2-7)	2,95±0,94 (2-5)
Patte3	0,95±0,94 (0-4)	2,10±0,44 (1-3)	2,60±0,68 (2-4)	4,85±1,46 (2-8)	2,55±1,05 (1-4)

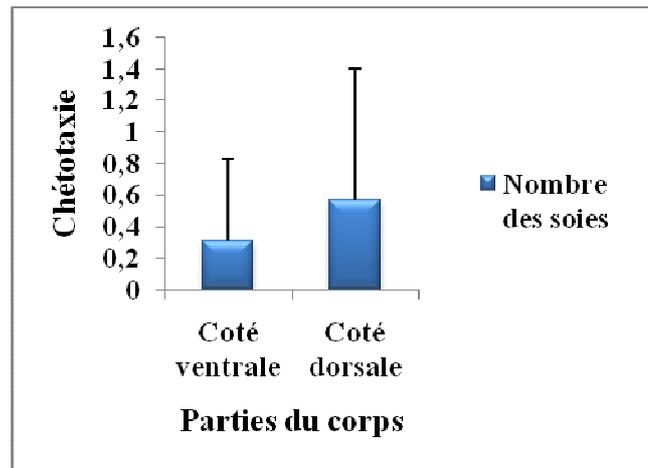


**Fig. 62:** Chétotaxie des cinq segments des trois pattes de la larve.

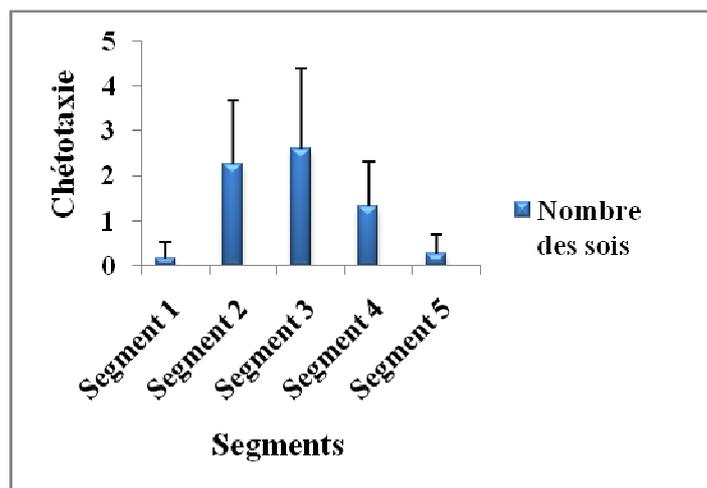
**Les Adultes:** Au niveau de l'opistosoma et le coté dorsale de l'adulte le nombre de soie est minimale, par rapport aux nombre de soies réparties sur les cinq segments des pédipalpes (Tableau 50; fig. 63; 64). Cependant le nombre de soies situées sur les pattes est enregistré dans le tableau 51 et la figure 65, le premier segment des quatre pattes porte le nombre minimum de soie alors que le nombre maximal de soies, se trouve sur les segments 4 et 5 de la deuxième et la quatrième patte.

**Tableau 50:** Chétotaxie de trois parties du corps, N=20; m ±s; (valeur minimale-valeur maximale).

Critères	Coté ventrale	Coté Dorsale	Pédipalpes				
			Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5
Nombre des soies	0.31±0.52 (0-2)	0.57±0.83 (0-3)	0.16±0.383 (0-1)	2.27±1.40 (0-5)	2.61±1.78 (0-5)	1.31±1.00 (0-4)	0.26±0.45 (0-1)



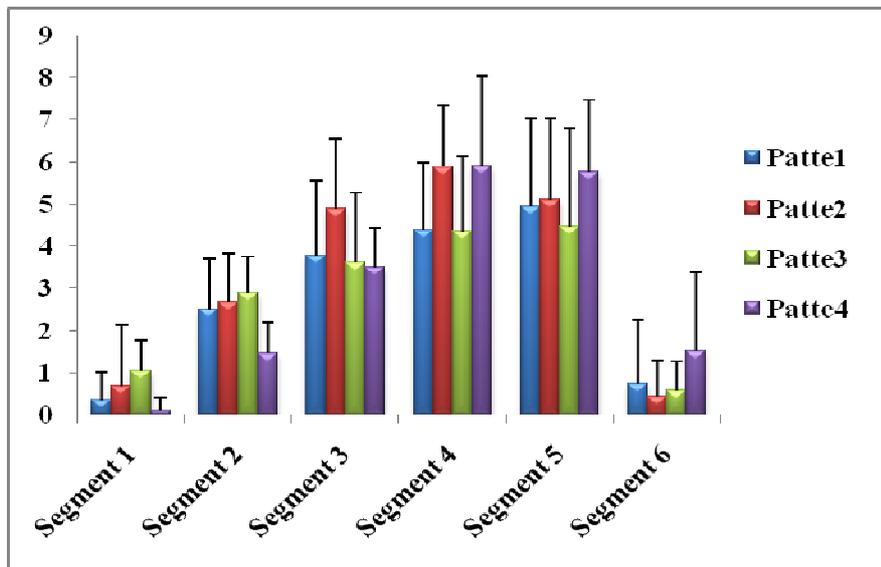
**Fig. 63:** Chétotaxie de Coté ventrale, le coté dorsale de l'adulte



**Fig. 64:** Chétotaxie des pédipalpes de l'adulte.

**Tableau 51:** Chétotaxie des segments des pattes, N=20; m±s; (valeur minimale-valeur maximale).

Segments	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5	Segment 6
Patte1	0,35±0,67 (0-2)	2,52±1,17 (0-3)	3,78±1,75 (0-5)	4,38±1,61 (0-7)	4,94±2,10 (0-7)	0,75±1,52 (0-1)
Patte2	0,68±1,45 (0-2)	2,66±1,18 (0-4)	4,88±1,67 (0-9)	5,88±1,45 (0-8)	5,10±1,94 (0-5)	0,44±0,85 (0-5)
Patte3	1,05±0,72 (0-2)	2,89±0,87 (0-3)	3,61±1,65 (0-5)	4,36±1,77 (0-8)	4,47±2,31 (0-8)	0,57±0,69 (0-2)
Patte4	0,10±0,30 (0-1)	1,45±0,75 (0-2)	3,50±0,94 (0-5)	5,90±2,12 (0-6)	5,75±1,71 (0-8)	1,52±1,86 (0-6)



**Fig. 65:** Chétotaxie des segments des pattes de l'adulte.

**Comparaison des résultats chétotaxique des larves des deux sites:** Une étude comparative statistique des larves de l'espèce abondante au niveau des deux sites à révélé des différences variable. Le tableau 52 affiche des différences significatives, en ce qui concerne la moyenne du nombre de soie au niveau du cinquième segment, de la première patte et le quatrième et le cinquième segment de la deuxième patte. La même différence est observée pour le premier et le troisième segment de la troisième patte. Mais les autres moyennes ne présentent aucune différence.

**Tableau 52:** Résultats du test t de Student pour échantillons indépendantes, comparaison entre les moyennes de la chétotaxie des larves des deux sites (n=20; 18 critères). P= Patte ; s= Segment.

Variables	Moyennes par sites		Paramètres statistiques	
	Ruines Romaines	Lac Tonga	t <sub>obs</sub>	t <sub>1-<math>\alpha</math>/2</sub>
Corps entier	8,80	9,65	0,96	2,02
Gnatosome	2,60	2,60	0,33	2,02
Plaque excrétrice	9,85	11,40	1,00	2,02
P. 1s1	1,00	0,65	1,94	2,02
P. 1s2l	2,90	1,95	1,13	2,02
P. 1s3l	2,80	2,35	1,45	2,02
P. 1s4l	4,50	3,45	1,94	2,02
P. 1s5l	2,85	1,75	2,34*	2,02
P. 2s1l	1,35	1,00	1,06	2,02
P. 2s2l	2,70	2,60	0,27	2,02
P. 2s3l	2,90	3,10	0,55	2,02
P. 2s4l	5,40	4,40	2,17*	2,02
P. 2s5l	4,10	2,95	2,55*	2,02
P. 3s1l	1,55	0,95	2,22*	2,02
P. 3s2l	2,70	2,10	2,00	2,02
P. 3s3l	2,90	2,60	1,15	2,02
P. 3s4l	4,50	4,85	0,61	2,02
P. 3s5l	4,10	2,55	3,36*	2,02

\* : Il existe une différence significative entre les larves des deux sites étudié.

**Comparaison des résultats chétotaxique des adultes des deux sites :** Les résultats de l'étude comparative des adultes de l'espèce abondante *Piona uncata* Koenike 1888, au niveau des deux sites sont enregistrés dans le tableau 53. Cette étude montre une différence significative, concernant les deux premiers segments des pédipalpes. On ce qui concerne la première patte, le deuxième; troisième et le cinquième segment présentent une différence significative. Tous les segments de la deuxième patte à part le premier segment, affichent une différence significative, de même les segments premier; deuxième; troisième et sixième de la troisième patte. Les moyennes des mensurations des autres structures ne présentent aucune différence.

**Tableau 53:** Résultats du test t de Student pour échantillons indépendants, comparaison entre les moyennes de la chétotaxie des adultes des deux sites (n=20; 30 critères). P= Patte; s= Segment. Pe = Pédipalpe.

Variables	Moyennes par sites		Paramètres statistiques	
	Ruines Romaines	Lac Tonga	t <sub>obs</sub>	t <sub>1-<math>\alpha</math>/2</sub>
Opistosoma	0,31	0,31	0,00	2,02
Pe.s1	0,41	0,16	0,96	2,02
Pe.s2	1,22	2,27	2,69*	2,02
Pe.s3	1,15	2,61	3,29*	2,02
Pe.s4	0,94	1,31	1,16	2,02
Pe.s5	0,15	0,26	0,76	2,02
P. 1s1	0,33	0,35	0,05	2,02
P. 1s2	1,60	2,52	3,40*	2,02
P. 1s3	2,30	3,78	5,92*	2,02
P. 1s4	3,33	4,38	1,84	2,02
P. 1s5	2,78	4,94	3,35*	2,02
P. 1s6	1,26	0,75	1,24	2,02
P. 2s1	0,37	0,68	0,81	2,02
P. 2s2	1,57	2,66	3,08*	2,02
P. 2s3	2,57	4,88	1,22	2,02
P. 2s4	2,89	5,88	4,67*	2,02
P. 2s5	2,88	5,10	4,18*	2,02
P. 2s6	1,58	0,44	4,34*	2,02

Suite tableau 53

P. 3s1	0,37	1,05	3,23*	2,02
P. 3s2	1,00	2,89	6,51*	2,02
P. 3s3	2,11	3,61	5,55*	2,02
P. 3s4	3,27	4,36	1,41	2,02
P. 3s5	4,50	4,47	0,02	2,02
P. 3s6	1,47	0,57	3,06*	2,02
P. 4s1	0,09	0,10	0,11	2,02
P. 4s2	0,46	1,45	4,45*	2,02
P. 4s3	2,11	3,50	3,94*	2,02
P. 4s4	5,77	5,90	0,13	2,02
P. 4s5	4,50	5,75	1,56	2,02
P. 4s6	1,88	1,52	0,57	2,02

\* : Il existe une différence significative entre les larves des deux sites étudié.

#### 2.3.4.2. Chétotaxie de l'espèce *Forelia onondaga* Habeeb 1966:

Le tableau 54 affiche que l'opistosoma et le premier segment de pédipalpes ne porte pas des soies et le côté dorsale porte un nombre minimal par rapport aux autres segments des pédipalpes. Le tableau 55 montre que le nombre minimum de soie se trouve sur le premier segment des quatre pattes et le maximum de soie se trouve sur le quatrième et cinquième segment de la quatrième patte.

**Tableau 54:** Chétotaxie de deux parties du corps N=20; m±s; (valeur minimale-valeur maximale).

Critères	Côté ventrale	Côté dorsale	Pédipalpes				
			Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5
Nombre des soies	0,00±0,00 (0-0)	0,35±0,48 (0-1)	0,00±0,00 (0-0)	1,94±1,05 (1-5)	2,00±0,76 (1-3)	1,22±0,64 (0-2)	0,05±0,22 (0-1)

**Tableau 55:** Chétotaxie des pattes N=20; m±s; (valeur minimale-valeur maximale).

Segments	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5	Segment 6
Patte1	0,15±0,48 (0-2)	2,15±1,50 (0-6)	2,36±1,49 (0-5)	2,15±1,46 (0-5)	1,61±0,97 (0-5)	0,00±0,00 (0-0)
Patte2	0,42±0,90 (0-2)	3,75±2,35 (0-8)	3,20±1,73 (1-7)	2,84±1,50 (1-5)	2,60±1,69 (0-5)	0,30±0,57 (0-1)
Patte3	0,00±0,00 (0-0)	2,40±1,04 (1-5)	3,00±1,37 (1-5)	4,25±2,33 (1-9)	4,10±2,64 (2-10)	0,30±0,57 (0-1)
Patte4	0,85±1,26 (0-5)	2,50±1,39 (0-5)	4,30±2,27 (2-9)	5,73±4,97 (2-18)	6,00±4,01 (2-13)	0,10±0,30 (0-1)

**2.3.4.3. Chétotaxie de l'espèce *Unionicola crassips* Mitchell 1955:**

Le nombre de soies situé sur le côté ventrale; dorsale et sur le cinquième segment des pédipalpes de l'adulte est minimale par rapport aux autres segments (Tableau 56). En ce concerne la chétotaxie des pattes les valeurs sont enregistrés dans le tableau 57 qui montrent que le nombre minimale de soie se trouve sur le premier et le sixième segment des quatre pattes, alors que le maximum se trouve sur le quatrième et le cinquième segment de la quatrième patte.

**Tableau 56:** Chétotaxie du corps entier et des pédipalpes; N=20; m±s; (valeur minimale-valeur maximale).

Critères	Côté Ventrale	Côté dorsale	Pédipalpes				
			Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5
Nombre des soies	0,65±1,34 (0-2)	0,50±0,60 (0-5)	0,00±0,00 (0-0)	1,65±1,75 (0-8)	1,50±1,00 (0-4)	0,90±0,64 (0-3)	0,10±0,30 (0-1)

**Tableau 57:** Chétotaxie des six segments des quatre pattes. N=20; m±s; (valeur minimale-valeur maximale).

Segments	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5	Segment 6
Patte1	0,00±0,00 (0-0)	1,80±1,50 (0-4)	2,25±1,37 (0-5)	2,85±1,63 (1-5)	3,15±1,74 (1-6)	0,30±0,80 (0-3)
Patte2	0,15±0,36 (0-1)	2,50±2,25 (0-6)	3,80±2,78 (0-12)	3,90±3,07 (1-12)	3,85±2,13 (1-8)	0,85±1,18 (0-3)
Patte3	0,05±0,22 (0-1)	1,95±0,94 (0-4)	3,00±1,33 (2-5)	4,73±2,64 (2-9)	4,68±3,03 (1-11)	0,75±1,51 (0-5)
Patte4	0,40±0,59 (0-1)	2,10±1,33 (1-3)	4,40±2,08 (2-8)	5,85±3,58 (0-14)	5,61±3,22 (3-12)	1,55±2,30 (0-8)

#### 2.3.6.4. Chétotaxie de l'espèce de *Hydrachna cruenta* Muller 1776:

Le côté dorsale du corps entier et le premier segment des pédipalpes, sont dépourvus de soie. L'opistosoma et les autres segments des pédipalpes, portent un nombre restreint de soies (Tableau 58). Le tableau 59 montre que le nombre minimum de soie se trouve sur le premier segment des quatre pattes; le deuxième segment de la troisième patte ainsi que les deux derniers segments de la troisième et la quatrième patte. Le maximum nombre de soies, se trouve sur le troisième segment de la quatrième patte et sur le quatrième et le cinquième segment de la deuxième patte.

**Tableau 58:** Chétotaxie de trois parties du corps, N=20; m ±s; (valeur minimale-valeur maximale).

Critères	Opistosoma	Côté dorsale du corps entier	Pédipalpe				
			Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5
Nombre des soies	0,20±0,44 (0-1)	0,00±0,00 (0-0)	0,00±0,00 (0-0)	1,00 ±1,22 (0-3)	1,40 ±1,14 (0-3)	1,80 ±1,30 (0-3)	0,20±0,44 (0-1)

**Tableau 59:** Chétotaxie des six segments des quatre pattes. N= 20; m ±s; (valeur maximale-valeur minimale).

Segments	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5	Segment 6
Patte1	0,20± 0,44 (0-1)	1,80 ±1,48 (0-4)	2,20±1,30 (1-4)	2,80± 2,49 (1-7)	4,40± 2,60 (3-9)	2,60± 2,19 (0-6)
Patte2	0,40 ±0,54 (0-1)	2,00 ±2,34 (0-5)	3,20±2,58 (0-7)	3,40 ±2,96 (0-8)	3,40± 2,30 (1-7)	1,80 ±2,49 (0-6)
Patte3	0,40± 0,54 (0-1)	0,400 0,89 (0-2)	1,40±2,19 (0-5)	1,40 ±1,94 (0-4)	1,60± 2,30 (0-5)	0,00± 0,00 (0-0)
Patte4	0,20± 0,44 (0-1)	1,60 ±0,89 (1-3)	3,40±1,67 (1-5)	2,40±1,51 (0-4)	2,80± 2,68 (0-7)	0,40±0,54 (0-1)

# **Chapitre 3**

**Lutte anticulticienne et parasitisme larvaire  
des hydrachnidia.**

# **Introduction**

## Chapitre 3: Lutte anticulicidienne et parasitisme larvaire des hydrachnidia.

### 3.1. Introduction

Les Culicidae sont des vecteurs de nombreux agents pathogènes en plus de leur nuisance à l'homme et aux animaux. Ils sont vecteurs de maladies virales ou parasitaires (paludisme, filariose, dengue, fièvre jaune, West Nile) ou simplement génératrice de nuisance (Rodhain & Perez, 1985). Les maladies à transmission vectorielle figurent parmi les principales causes de morbidité et de mortalité pour l'homme et les animaux. Leur conséquence en santé publique humaine ainsi que leur impact économique sur la production animale sont considérables (Himmi, 2007). La lutte antivectorielle et le contrôle des Culicidae deux stratégies ont été élaborés, la lutte antilarvaire et la lutte anti adulte à l'aide d'insecticides chimiques (DDT, Malathion, Fénitrothion, Propoxur, Deltaméthine, Perméthrine), le DDT et le Deltaméthine présentent la rémanence la plus importantes de 6 mois. Leur utilisation à long terme a provoqué des effets néfastes toxicologiques, ainsi que des résidus écotoxicologiques sur la population non visée, sur l'Homme et sur la conservation de la biodiversité (Zaidi & Soltani, 2011), notamment des effets secondaires avec l'apparition d'espèces résistantes ont été observés. Pour échapper aux inconvénients de la lutte chimique, des mesures ont été suivies, développant ainsi une alternative à cette méthode qui est la lutte biologique. Parmi ces mesures nous avons procédé à tester le potentiel prédateur antilarvaire des adultes d'hydracariens (Viets, 1987; Smith *et al.*, 1991; Cook & Smith, 2001; Bendali-Saoudi, 2006). Ils sont caractérisés par un cycle de vie complexe, le stade larvaire doit s'accomplir à l'état parasitaire, sous forme d'ectoparasite des Insectes semi aquatiques. Ce phénomène de parasitisme caractérise ces espèces et leur attribue la particularité de la dépendance d'une faune associée diverse et qui assure leur propagation (Smith *et al.*, 1991).

L'objectif de la troisième partie de notre recherche, consiste à la lutte anticulicidienne par les Hydracariens. Pour déterminer d'une part l'efficacité prédatrice de l'espèce abondante *Piona uncata* Koenike 1888 à l'égard de deux espèces de moustiques, (*Culex pipiens*; *Culiseta longiareolata*). D'autre part le manque d'informations scientifiques sur l'étude du cycle biologique des Hydrachnidia, nous a incité à déterminer la phase aérienne, chez deux hôtes associés aux hydracariens: les Mollusques et les Odonates, récoltées au niveau des deux sites protégés du Nord-est de l'Algérie. En outre une étude physiologique préliminaire a été réalisée dans le but de déterminer le temps en seconde que peut passer, un individu d'hydracarien sous l'eau et de respirer avant de remonter en surface.

# **Matériels et Méthodes**

## 3.2. Matériels et Méthodes

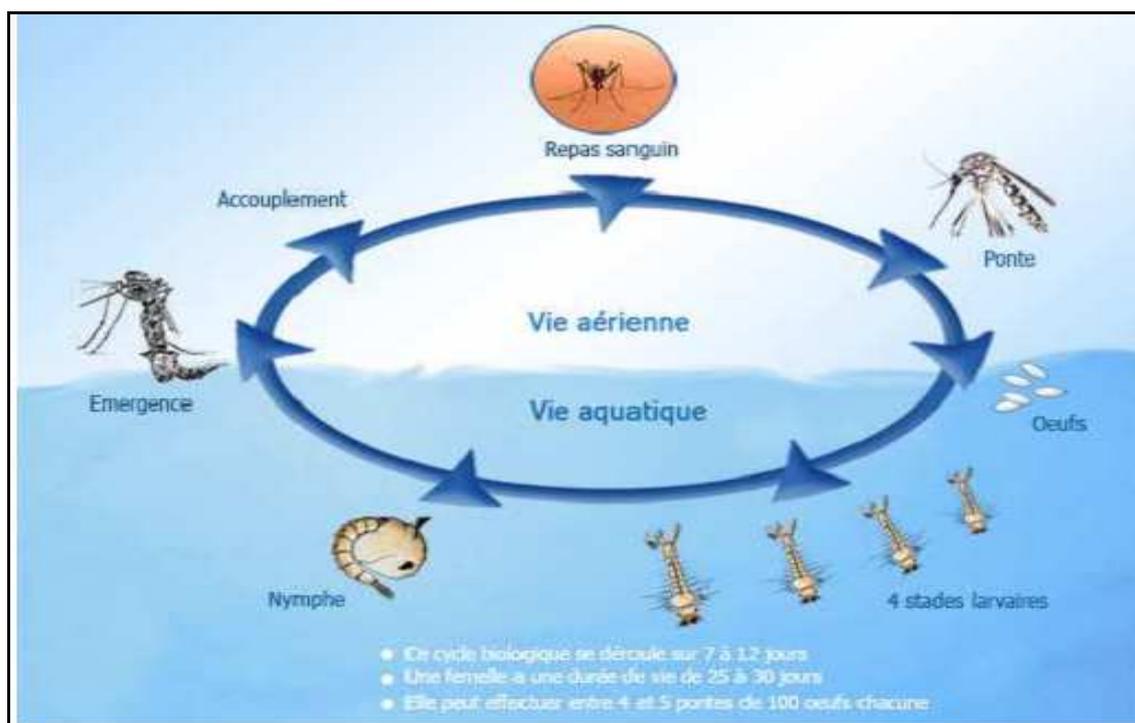
### 3.2.1. Matériel biologique

**Position systématique** Selon Guitsevitch *et al.*, 1974

<b>Règne :</b>	Animalia.
<b>Emb :</b>	Arthropode.
<b>Sous Emb :</b>	Antennate.
<b>Classe :</b>	Insecte.
<b>Sous classe :</b>	Pterygote.
<b>Ordre :</b>	Diptera.
<b>Sous ordre :</b>	Nématocera.
<b>Famille :</b>	Culicidae.
<b>Sous famille :</b>	Culicinae.
<b>Genre :</b>	<i>Culex.</i> → <i>Pipiens</i> Linnaeus 1758.
	<i>Culiseta.</i> → <i>longiareolata</i> Macquart 1838.

**Les Culicidae:** Les moustiques sont des Arthropodes appartenant au sous-embranchement des Antennates, à la classe des Insectes, ordre des Diptères et sous-ordre des Nématocères. Ils sont regroupés dans la famille des Culicidae, présentant des pièces buccales du type piqueur succeurs. Se sont des Insectes holométaboles qui offrent à tous les stades de leur développement, des détails anatomiques et morphologiques qui facilitent amplement la systématique de ce groupe. La durée des stades larvaires est étroitement liée à certaines composantes du milieu, en particulier la température, l'humidité et la photopériode (Rodhain & Perez, 1985; Himmi, 1991; 1998). Les deux espèces étudiées partiennent à famille des Culicidae. La première espèce constitue le complexe *Culex pipiens* Linnaeus, 1758 qui présente un problème taxonomique (présence de 3 sous espèces), écologique, génétique, et évolutif de grand intérêt, non encore suffisamment étudié (Pasteur, 1977; Bendali-Saoudi *et al.*, 2013). La deuxième espèce *Culiseta longiareolata* Macquart 1838 est multivoltine, peut présenter une diapause hivernale chez les imagos femelles dans les régions froide et chez les larves dans les régions tempérées. La larve est caractérisée par un peigne siphonal avec des dents implantées. Les femelles piquent surtout les oiseaux, l'espèce est considéré comme un vecteur de plasmodium d'oiseaux; elle peut transmettre expérimentalement le virus West Nile (Schaffner *et al.*, 2001).

**Cycle biologique des Culicidae:** Le cycle vital des moustiques présente de nombreuses variations selon les espèces. Tous sont des insectes à métamorphose complète, ou holométaboles. Les stades de l'oeuf, de la larve et de la nymphe sont aquatiques, alors que l'adulte est aérien. L'accouplement des moustiques a lieu en vol ou dans la végétation. Les femelles emmagasinent le sperme dans la spermathèque, (petite poche située dans l'abdomen). Une fois fécondées, elles partent en quête d'un repas sanguin. Les mâles, puisant dans le nectar des fleurs, les sucres qui leur fournissent de l'énergie. Après avoir absorbé du sang, la femelle se pose dans un endroit abrité pour digérer. Quelques jours plus tard, selon son espèce, elle pond ces œufs dans différents milieux aquatiques ou sur le sol humide. Après l'incubation et l'éclosion, la larve passe par quatre stades, puis se transforme en nymphe. La nymphe des moustiques, très active, ne se nourrit pas. À l'émergence l'adulte sort de l'eau, il est plutôt mou. Avant de s'envoler, il reste à la surface de l'eau, jusqu'à ce que ses ailes et son corps sèchent et durcissent. Les mâles émergent souvent avant les femelles, car il leur faut davantage de temps pour développer leurs glandes sexuelles. Les femelles vivent plus longtemps que les mâles, qui meurent peu après l'accouplement 13 jours (Bendali-Saoudi, 1989), (Fig. 66).



**Fig. 66:** Cycle de vie du moustique.

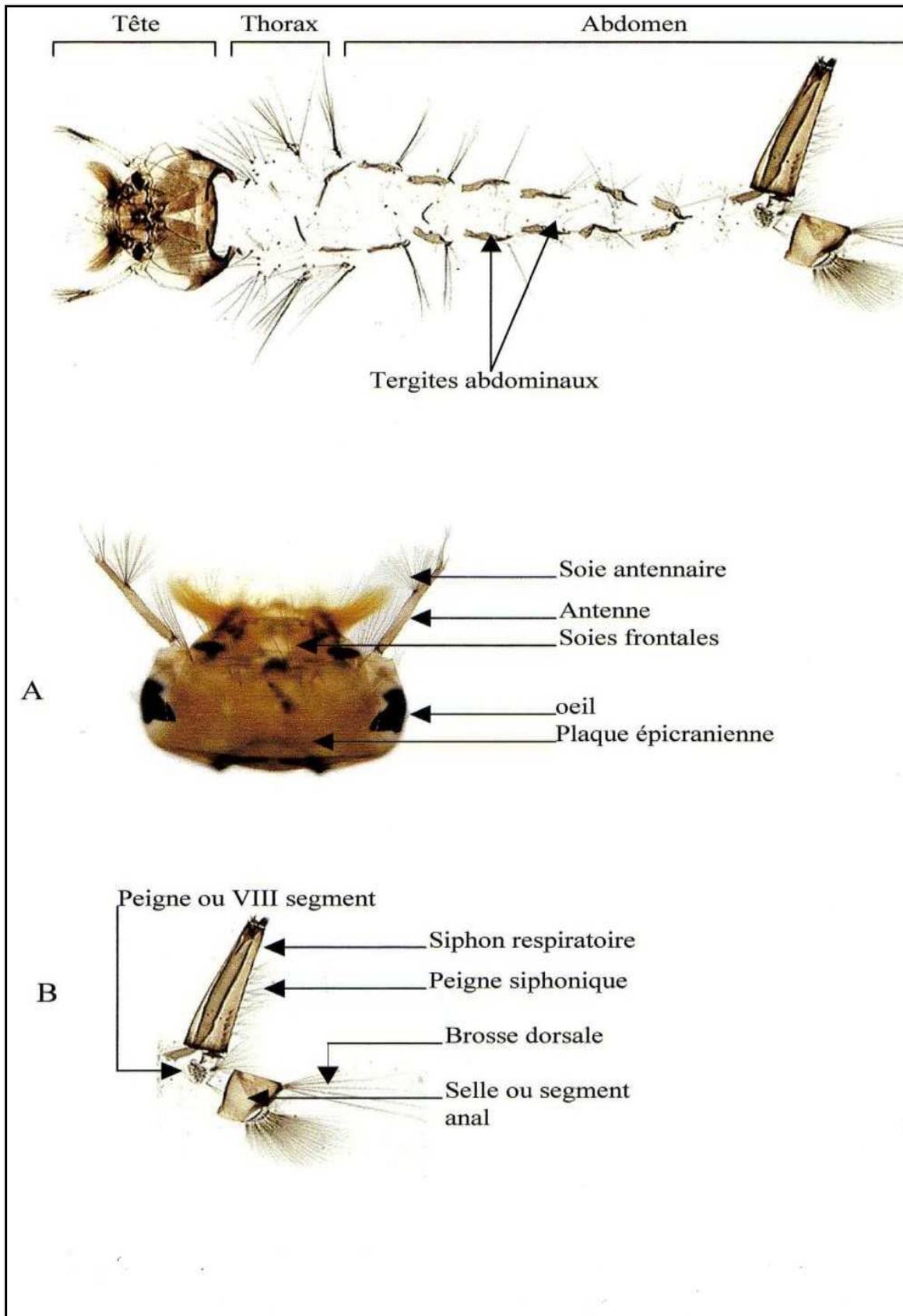
**Œufs:** Les œufs peuvent être pondus isolément ou en amas, sur la surface de l'eau ou à sec. Au moment de la ponte, ils sont blanchâtres et prennent rapidement, par oxydation de certains composants chimiques de la thèque, une couleur marron ou noire (Becker *et al.*, 2003). Au moyen

d'une substance glaireuse, le genre *Culex* et *Culiseta* forment des nacelles plus ou moins régulières où chaque œuf, qui est muni d'un flotteur micropylaire en socle, se tient verticalement. C'est avec les pattes postérieures croisées que la femelle de ces moustiques guide ses œufs pour obtenir la formation en nacelle (Fig. 67).



**Fig. 67:** Nacelles d'œufs de *Culiseta* (*Culiseta longiareolata*).

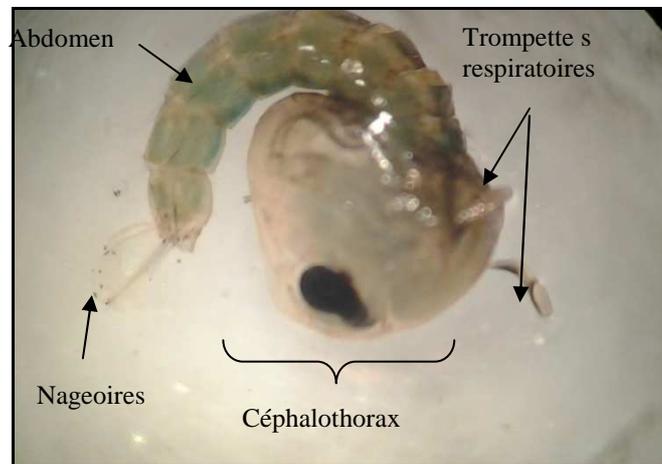
**Larve:** Les larves sont aquatiques et leur évolution comporte IV stades de taille variant du mm au cm. Les larves sont de type encéphale. Leurs téguments sont formés d'un certain nombre de strates dont la plus externe forme le revêtement chitineux. Elles sont composées d'une tête très dure (très chitineuse), elle porte dorsalement une paire d'antennes, deux paires d'yeux (yeux larvaires et yeux du futur imago) (Fig. 68 A) et ventralement deux palpes maxillaires et les pièces buccales. Les plaques sont ornées de soies de morphologies variables. Les soies les plus intéressantes pour la diagnose se situent pour la majorité au niveau du clypeus. Le thorax, fait suite au cou et sa forme est grossièrement quadrangulaire. Il est formé de 3 segments soudés: le prothorax, le mésothorax, le métathorax et d'un abdomen moins chitinisé (Fig. 68) porte à son extrémité la plus postérieure le siphon, organe de la respiration (Fig. 68 B).



**Fig. 68:** Morphologie générale d'une larve du 4<sup>ème</sup> stade de Culicinae (Berchi, 2000).

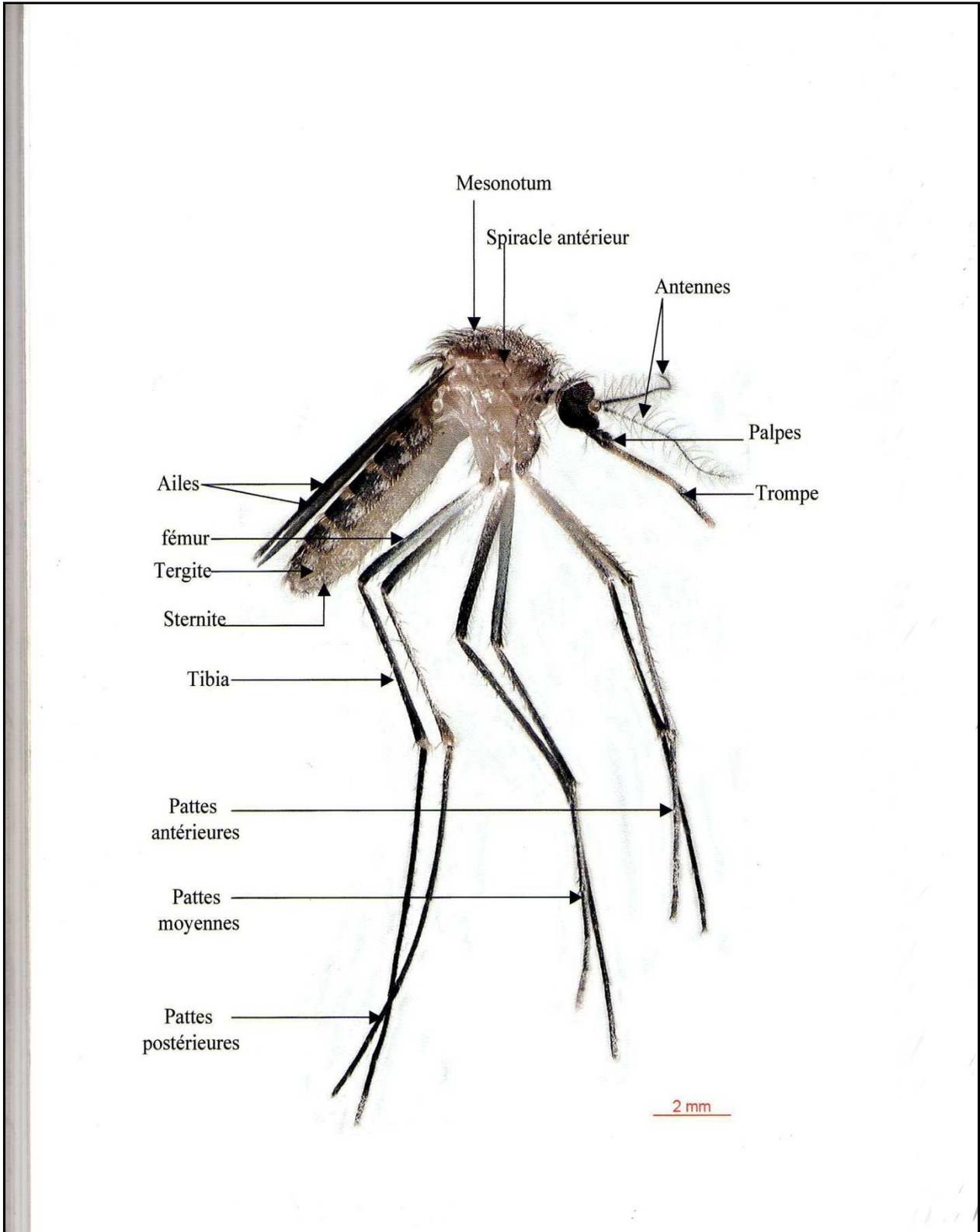
A = la tête, B = le siphon.

**Nymphe:** C'est une pupe mobile en forme de virgule vivant dans l'eau mais ne se nourrissant pas. Elle est formée d'un céphalothorax globuleux sur le quel s'insèrent 2 trompettes respiratoires, D'un abdomen dont le VIII ème segment porte 2 palettes natatoires. La dépouille nymphale va servir de radeau jusqu' au durcissement complet de l'adulte (Fig. 69).



**Fig. 69:** Nymphe de *Culex pipiens*. (Gr×32).

**L'adulte:** Le corps est composé de 3 parties la tête globuleuse et bien dégagée du thorax est portée par un cou étroit. Les yeux: très grands, réniforme sont composés d'yeux élémentaires (ommatidies) juxtaposés et occupent la majeure partie de la tête. Les antennes, implantées dans la région faciale sont formées de plusieurs segments et d'un bourrelet d'insertion globuleux, les cape. Le thorax est formé, de 3 segments fusionnés: le prothorax, le mésothorax et le métathorax. Chaque segment porte une paire de pattes. Le mésothorax est très volumineux et porte les ailes. Le bord postérieur de l'aile est orné d'écailles qui forment la frangealaire (Rioux, 1958). L'abdomen composé de dix segments, dont huit seulement sont visibles extérieurement. Les sept premiers sont identiques. Les pleurites sont souples à leurs niveaux'ouvrent les stigmates respiratoires. L'abdomen est généralement dépourvu d'écailles. Les segments terminaux sont hautement modifiés du fait de la présence des orifices génitaux et des appendices qui y sont annexés. L'exosquelette est composé de plaques rigides (sclérotes) reliées entre elles par des membranes chitineuses minces. Chaque segment du corps (métamère) est un anneau formé par: Le tergite sclérote (dorsal), le sternite (ventral) et les pleurites (latéraux); (Fig.70).



**Fig. 70:** Morphologie générale d'un adulte de *Culex pipiens* (Berchi, 2000).

### 3.2.1.1. Les Odonates:

**Position systématique selon** Fabricius, 1793.

**Règne:** Animalia.  
**Emb:** Arthropoda.  
**Sous Emb:** Hexapoda.  
**Classe:** Insecta.  
**Sous classe:** Pterygota.  
**Ordre :** Odonata.  
**Sous ordre :** Anisoptera.  
**Genre:** *Sympetrum*.

Les Odonates (Odonata), ou odonatoptères, plus connus sous le nom de libellules, sont un ordre d'insectes à corps allongé, dotés de deux paires d'ailes membraneuses généralement transparentes et dont les yeux composés sont généralement volumineux leur permettent de chasser efficacement leurs proies. Ils sont aquatiques à l'état larvaire et terrestre à l'état adulte. Ce sont des prédateurs, que l'on peut rencontrer occasionnellement dans tout type de milieu naturel, mais qui se retrouvent plus fréquemment aux abords des zones d'eau douce à saumâtre, stagnante à faiblement courante, dont ils ont besoin pour se reproduire ([fr.wikipedia.org/wiki/Odonata](http://fr.wikipedia.org/wiki/Odonata)). La forme générale des adultes permet de distinguer aisément le sous-ordre auquel appartiennent les larves d'Odonates (Zygoptères ou Anisoptères): Les Zygoptères, sont facilement reconnaissable par leur forme fine et grêle terminée par trois lamelles caudales. Alor que les larves d'Anisoptères, appartenant au genre *Sympetrum*, sont trapues, courtes ou allongées, parfois aplaties et pourvues d'appendices anaux courts, non foliacés. Les larves d'Odonates se reconnaissent aussi parmi tous les autres insectes, grâce à un labium spécialisé en un organe préhensile de capture des proies ([www.libellules.org/morphologie/larves-odonates.html](http://www.libellules.org/morphologie/larves-odonates.html)); (Fig.71; 72).



**Fig. 71:** Une larve d'Odonate.  
(fr.wikipedia.org/wiki/Odonata).



**Fig. 72:** Une adulte d'Odonate.  
(fr.wikipedia.org/wiki/Odonata).

### 3.2.1.3. Les Mollusques:

#### Position systématique.

- Règne :** Animalia.  
**Emb :** Mollusca.  
**Classe :** Gastropoda.  
**Ordre :** Basommatophora.  
**Famille :** Planorbidae.  
**Genre :** → *Planorbis*.  
                   → *Galbais*.  
**Especie:** → *Planorbeis corneu* Linneaus 1758.  
                   → *Galba trunculata* Müller 1774.

Les escargots appartiennent à l'embranchement des Mollusques, ce sont des invertébrés à corps mou, portant dorsalement un manteau souvent protégé par une coquille. Ils font parti de classe des gastéropodes ou gastropodes. Ils rampent sur un large pied ventral et sont pourvus d'une coquille dorsale spiralée. Les escargots se déplacent par une série de contractions musculaires, ondulatoires se propageant le long de la base du pied. La tête porte des tentacules oculaires (portant les yeux) une seconde paire de tentacules plus petits, à fonction tactile. La coquille en spirale, dans laquelle l'escargot se retire, sert principalement de protection contre les prédateurs et contre la déshydratation. Les intestins sont dans un sac à l'intérieur de cette coquille. Ce sont des hermaphrodites, mais ils doivent s'accoupler pour se reproduire (<http://www.escargots-jjbo.com/page-francais.htm>). Dans notre étude les deux espèces d'escargots *Galba trunculata*

Müller 1774 et *Planorbarius corneus* Linneaus en 1758, sont des mollusques gastéropodes, vivant dans toutes les régions tropicales et tempérées du monde. On les retrouve presque systématiquement dans les eaux stagnantes ou à faibles débits, les marécages, les étangs et les lacs. Ce sont des gastéropodes qui tolèrent de grands écarts de paramètres physico-chimiques de l'eau. Ils préfèrent les eaux un peu calcaires pour la formation de leurs coquilles. Cependant ils ont une respiration aérienne, par des poumons, se nourrissent de végétaux morts, d'algues et de débris divers (Fig. 73; 74); (<http://www.escargot.fr/>).



**Fig. 73:** *Galba trunculata* Müller 1774 (<http://www.escargot.fr/>).



**Fig. 74:** *Planorbis corneus* Linneaus en 1758 (<http://www.escargot.fr/>).

### 3.2.1.2. Tests de prédatons

Pour intégrer les hydracariens dans la lutte biologique anticuliciphage, nous avons procédé à déterminer le potentiel de prédation, des adultes de l'espèce la plus abondante *Piona uncata* Koenike 1888 sur les différents stades larvaires. Dans ce cadre plusieurs tests ont été entrepris. Dans un premier temps nous avons testé le potentiel prédateur d'un seul individu d'hydracarien à l'égard de tous les stades larvaires (L<sub>1</sub>; L<sub>2</sub>; L<sub>3</sub>; L<sub>4</sub>) de *Culex pipiens* et *Culiseta longioreolata*. Un deuxième test à concerné l'efficacité de trois individus de la même espèce d'Hydracariens, sur les quatre stades larvaires des deux espèces de moustique. Les essais ont comporté trois répétitions et un témoin et se sont déroulés dans des boites en plastique destinées à la conservation de nourriture (Fig. 75;76), dans un volume de 250 ml d'eau de gîte. Selon le même protocole précédemment cité, l'expérience a été réalisée en prenant en considération deux types de milieux, un milieu composé (eau de gîte avec faune associée) et milieu filtrée (eau de gîte filtrée). La mortalité des larves de moustique a été enregistrée après 72h.



**Fig. 75:** Essais de prédation, (Photo personnelle).



**Fig. 76:** Test de prédation, (Photo personnelle).

### **3.2.2. Les larves d'Hydracariens parasites de la faune associée (Odonates; Mollusque) :**

Les Hydracariens ont co-évolué avec certains groupes d'insectes dans les écosystèmes d'eau douce, parce que les larves des Hydracariens sont des ectoparasites d'insectes aquatiques ou semi aquatiques, tandis que les stades actifs post-larvaires (deutonymphes et adultes) sont libres et prédateurs de petits invertébrés (Culicidae; Crustacés). Pour étudier le parasitisme de ces derniers, nous avons réalisé un échantillonnage de la faune associée abondante et qui a concerné les Odonates et les Mollusques, ce si au niveau des différentes stations des deux sites. L'identification systématique des espèces a été déterminée selon le site ([www.jardin-aqueduc.fr](http://www.jardin-aqueduc.fr)). Une étude a concerné les individus récoltés à partir des deux sites d'études, par une observation générale des différentes parties du corps, qui a été réalisée à l'aide d'une loupe binoculaire (ZEISS), pour détecter les larves et les différentes parties du cops parasites. On ce qui concerne l'étude expérimentale du parasitisme larvaire et dans le but de déterminer la phase aérienne des larves de *Piona uncata*, nous avons introduit dans des récipients, destinés pour l'élevage, 10 larves de *Culex pipiens* du quatrième stade en présence de 40 larves d'hydracariens dans quatre répétition, dans l'eau de gîte. La même expérience a été suivie pour les nymphes. Ce test c'est déroulé au laboratoire sou une température et une hygrométrie déterminée. Après une semaine du test, nous avons comptabilisé les individus parasitées, par observation sous loupe binoculaire.

### **3.2.3. Analyse statistique**

Les résultats obtenus sont représentés par la moyenneet l'écart type. Les calculs on été réalisés à l'aide du logiciel d'analyse et de traitement statistique des données Minitab version 16.

# Résultats

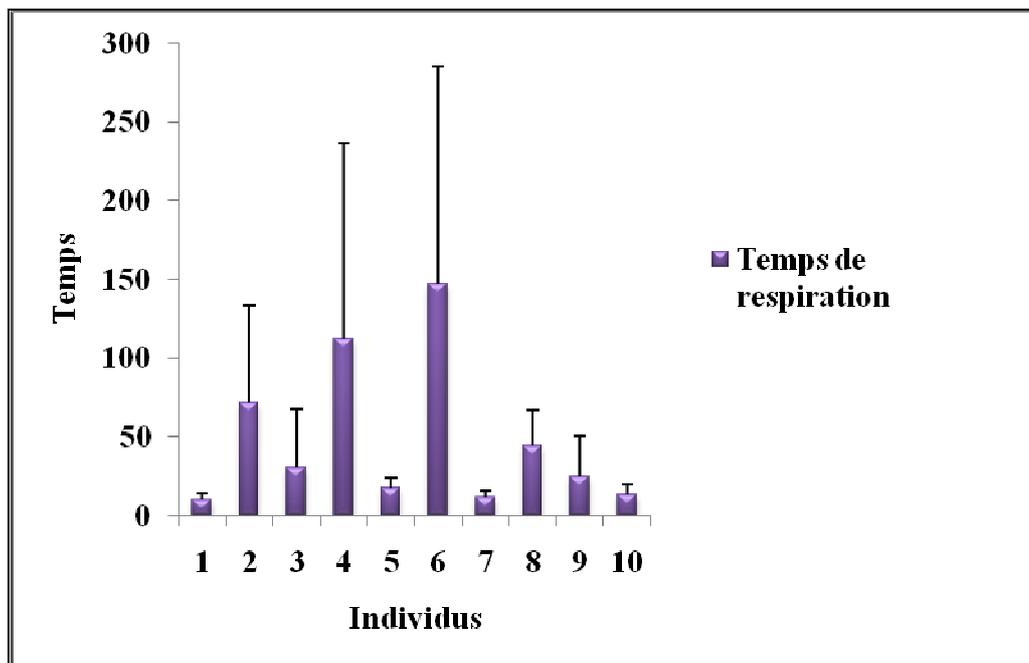
### 3.3. Résultats

#### 3.3. 1. Étude préliminaire de la respiration aquatique des hydracariens:

Dans le but d'étudier un des aspects les plus importants de la physiologie chez les hydracariens ainsi que chez tous les animaux la respiration. On a procédé à étudié le temps que peu respirer un individu sous l'eau et cela en déterminant par le chronomètre, le temps écoulé avant qu'il reface surface. Dans ce sens cinq répétitions ont été réalisées par individus. Les valeurs sont récapitulées dans le tableau 76 et représentés par la figure 86. Pour déterminer les différences entre les temps écoulés sous l'eau de chaque individu, nous avons réalisé une analyse statistique à l'aide du test ANOVA à un critère de classification, montre qu'il n'existe pas de différence significative entre les dix individus. Alor que le test de Fridman montre qu'il n'existe pas de différence significative entre les cinq temps ( $S = 4,08$ ;  $P = 0,395$ ), par ce que  $P > \alpha = 0,05$ .

**Tableau 76:** Temps de respiration des adultes de *Pina uncata* N=10, T=second; 5 répétitions par individu.

Individus Temps	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T1	17	39	4	40	24	17	13	60	7	13
T2	9	21	8	52	16	16	9	28	67	12
T3	9	94	95	328	24	348	8	69	8	4
T4	8	36	25	34	14	178	18	13	12	18
T5	9	170	22	107	11	178	10	51	32	21
M±s	10,4±3,7	72±61,4	30,8±36,9	112,2±124	17,8±5,9	147,4±138	11,6±4,04	44,2± 23,2	25,2±25,5	13,6±6,5



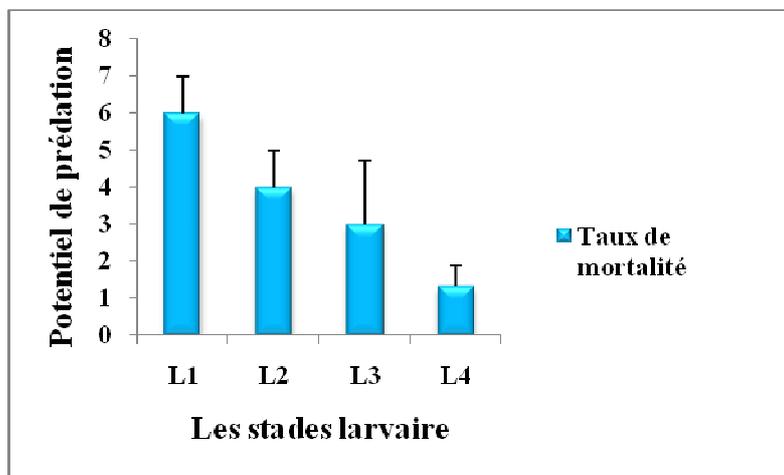
**Fig. 86:** Temps de respiration aquatique de chaque individu de *Piona uncata* Koenike 1888.

### 3.3.2. Lutte Biologique

*Culex pipiens*: Nos essais ont été réalisés dans le cadre de déterminer, d'une part le potentiel de prédation d'un individu et d'autre part celui de trois individus de *Piona uncata* à l'égard des quatre stades larvaires et en prenant en compte l'état du milieu de vie. Le tableau 60 présente le potentiel de prédation d'un individu à l'égard de 10 larves dans un milieu filtré. Le test t montre une différence significative entre le taux de prédation de L<sub>2</sub> et L<sub>3</sub> (p= 0,039). Ce taux de prédation d'un individu est plus important à l'égard du premier stade larvaire et se dégrade en fonction de l'évolution des stades. Le plus faible potentiel se présente à l'égard du quatrième stade (Fig. 78). Le tableau 61 et la figure 79, présente le taux de mortalité des larves de *Culex pipiens* en présence de trois individus d'hydracariens dans un milieu filtré. L'analyse statistique affiche une différence significative entre le taux de prédation de L<sub>1</sub> et L<sub>4</sub> (p=0,057); L<sub>2</sub> et L<sub>3</sub> (p= 0,012) de même pour L<sub>2</sub> et L<sub>4</sub> (p= 0,032) et une différence hautement significative entre le taux de prédation de L<sub>1</sub> et L<sub>3</sub> (p=0,002). Cependant nous avons suivi le même test, dans un milieu composé. Pour un individu les résultats présentés dans le tableau 62 et la figure 80 montrent une différence significatives entre le taux de prédation de L<sub>1</sub> et L<sub>2</sub> (p=0,037), cependant le taux de prédation de trois individus dans le même milieu est affiché dans le tableau 63 et la figure 81. L'analyse statistique du test t montre une différence hautement significative entre le taux de prédation de L<sub>1</sub> et L<sub>4</sub> (p=0,001).

**Tableau 60:** Détermination du potentiel de prédation d'un (1) individu d'hydracarien pendant 72h à l'égard de 10 larves de *Culex pipiens* à différents stades: (L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub>), dans un milieu filtré.

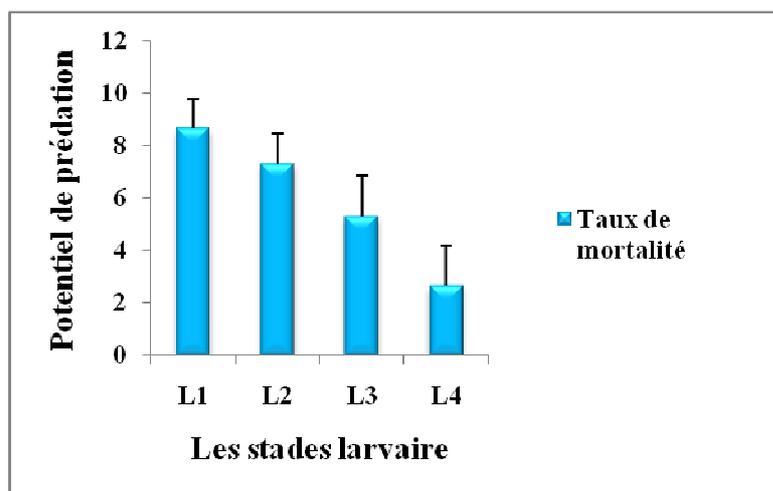
Paramètres Stades	Taux de mortalité observée	Moyenne et Ecart type
L <sub>1</sub>	18	6,00 ± 1,00
L <sub>2</sub>	12	4,00 ± 1,00
L <sub>3</sub>	9	3,00 ± 1,73
L <sub>4</sub>	4	1,33 ± 0,57



**Fig. 78:** Potentiel de prédation d'un (1) individu d'hydracarien.

**Tableau 61:** Détermination du potentiel de prédation des 3 individus d'hydracariens pendant 72h à l'égard de 10 larves de *Culex pipiens* à différents stades: (L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub>), dans un milieu filtré.

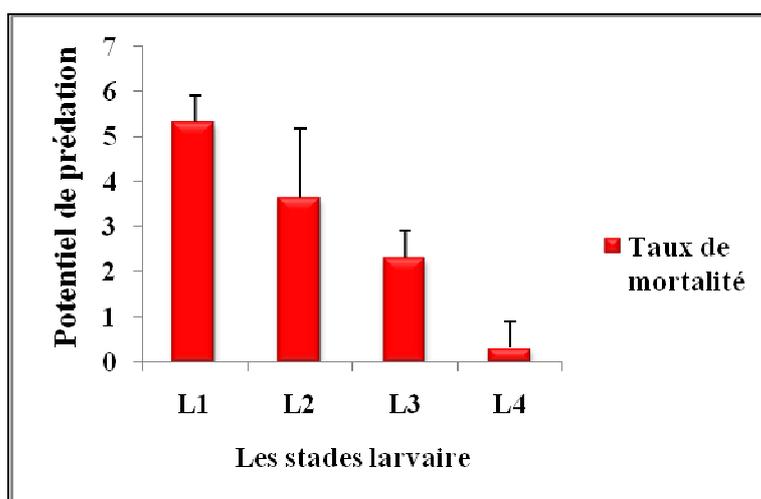
Paramètres Stades	Taux de mortalité observée	Moyenne et Ecart type
L <sub>1</sub>	26	8,67 ± 1,15
L <sub>2</sub>	22	7,33 ± 1,15
L <sub>3</sub>	16	5,33 ± 1,52
L <sub>4</sub>	8	2,33 ± 1,52



**Fig. 79:** Potentiel de prédation de 3 individus d'hydracariens.

**Tableau 62:** Détermination du potentiel de prédation d'un (1) individu d'hydracarien pendant 72h à l'égard de 10 larves de *Culex pipiens* à différents stades: (L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub>), dans un milieu composé.

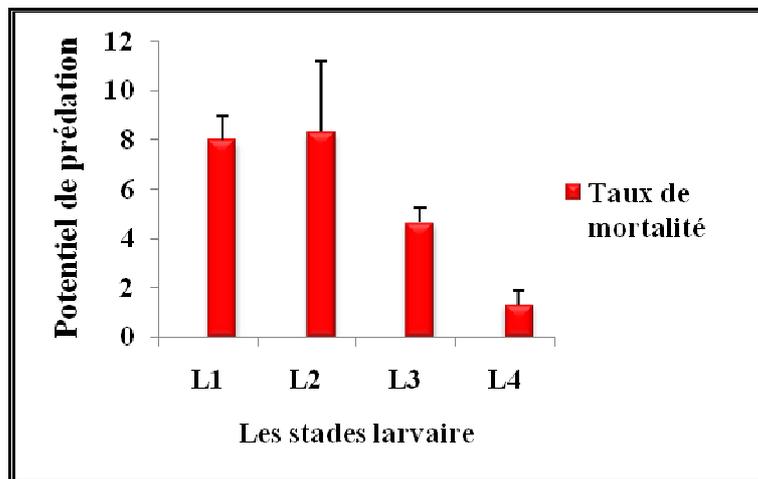
Stades \ Paramètres	Taux de mortalité observée	Moyenne et Ecart type
L <sub>1</sub>	16	5,33 ± 0,57
L <sub>2</sub>	11	3,67 ± 1,52
L <sub>3</sub>	7	2,33 ± 0,57
L <sub>4</sub>	1	0,33 ± 0,57



**Fig. 80:** Potentiel de prédation d'un (1) individu d'hydracarien.

**Tableau 63:** Détermination du potentiel de prédation de 3 individus d'hydracariens pendant 72h à l'égard de 10 larves de *Culex pipiens* à différents stades: (L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub>), dans un milieu composé.

Paramètres Stades	Taux de mortalité observée	Moyenne et Ecart type
L <sub>1</sub>	24	8,00 ± 1,00
L <sub>2</sub>	19	8,33 ± 2,88
L <sub>3</sub>	14	4,66 ± 0,57
L <sub>4</sub>	4	1,33 ± 0,57



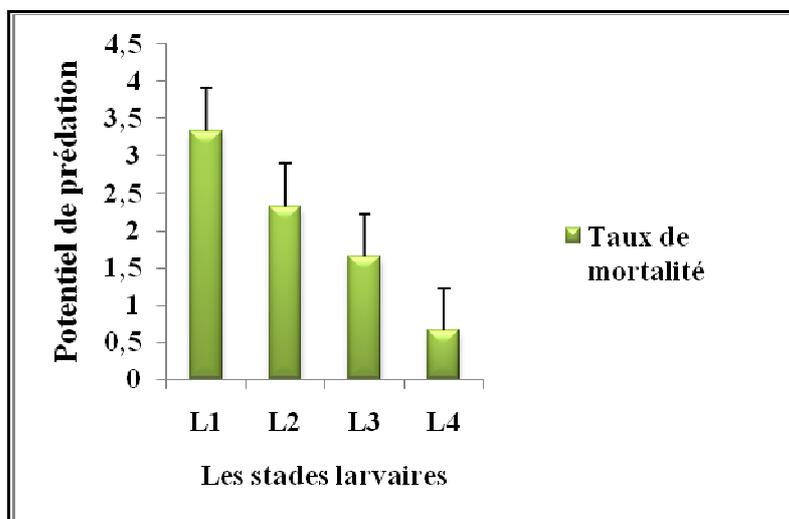
**Fig. 81:** Potentiel prédateur de 3 individus d'hydracariens.

*Culesita longiareolata*: Les taux de prédation d'un individu d'hydracarien (*Piona uncata*) en présence de 10 larves de *Culiseta longiareolata* dans un milieu filtré, sont résumés dans le tableau 64 et la figure 82. L'analyse statistique des ces résultats par le test t montre une différence significative entre le taux de prédation de L<sub>1</sub> et L<sub>2</sub> (p=0,039) de même pour L<sub>1</sub> et L<sub>3</sub> (p= 0,051) et une différence hautement significative entre le taux de prédation de L<sub>1</sub> et L<sub>4</sub> (p=0,001). Alors que le tableau 65 et la figure 83 présentent le taux de prédation de trois individus de *Piona uncata* en présence de 10 larves de *Culiseta longiareolata* dans un milieu filtré, L'analyse statistique du taux de prédation montre une différence significative entre le taux de prédation de entre L<sub>1</sub> et L<sub>3</sub> (p= 0,040) de même pour L<sub>1</sub> et L<sub>4</sub> (p= 0,044). Le tableau 66 et la figure 84 affiche les résultats dans un milieu composé en présence de 10 larves de *Culiseta longiareolata* et un individu d'hydracarien, ces résultats montrent une différence hautement

significative entre les stades L<sub>1</sub> et L<sub>3</sub> (p= 0,001). D'autre part le tableau 67 et la figure 85, récapitule le taux de prédation de trois individus d'hydracariens *Piona uncata* en présence de 10 larves de *Culiseta longiareolata* dans un milieu composé. L'analyse statistique du taux de prédation de cette espèce montre une différence significative entre le taux de prédation de L<sub>1</sub> et L<sub>3</sub> (p=0,015). D'autre part l'analyse statistique du taux de prédation entre L<sub>1</sub> et L<sub>4</sub> (p= 0,002) et entre L<sub>2</sub> et L<sub>4</sub> (p= 0,002) montre une différence hautement significative.

**Tableau 64:** Détermination du potentiel de prédation d'un (1) individu d'hydracarien pendant 72h à l'égard de 10 larves de *Culiseta longiareolata*: L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub>. Milieu filtré

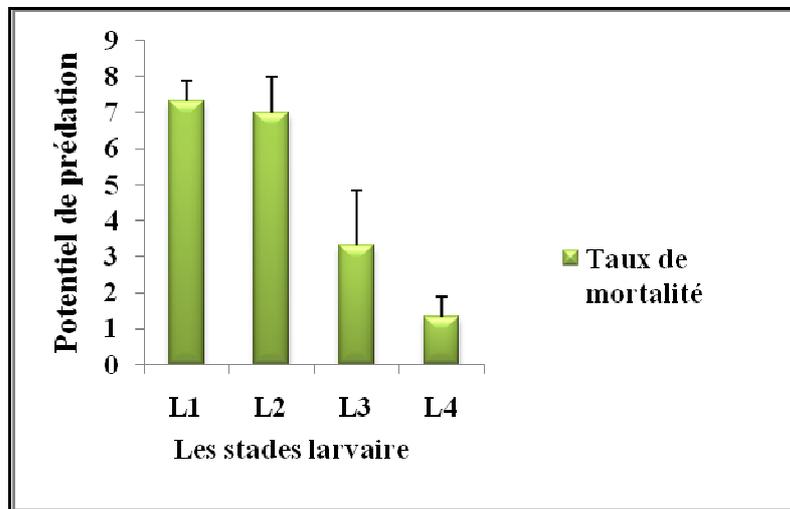
Paramètres Stades	Taux de mortalité observée	Moyenne et Ecart type
L <sub>1</sub>	23	3,33 ± 0,57
L <sub>2</sub>	13	2,33 ± 0,57
L <sub>3</sub>	4	1,66 ± 0,57
L <sub>4</sub>	2	0,66 ± 0,57



**Fig. 82:** Potentiel de prédation d'un (1) individu d'hydracarien.

**Tableau 65:** Détermination du potentiel de prédation de 3 individus d'hydracariens avec 10 larves de *Culiseta longiareolata* (L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub>) dans un milieu filtré.

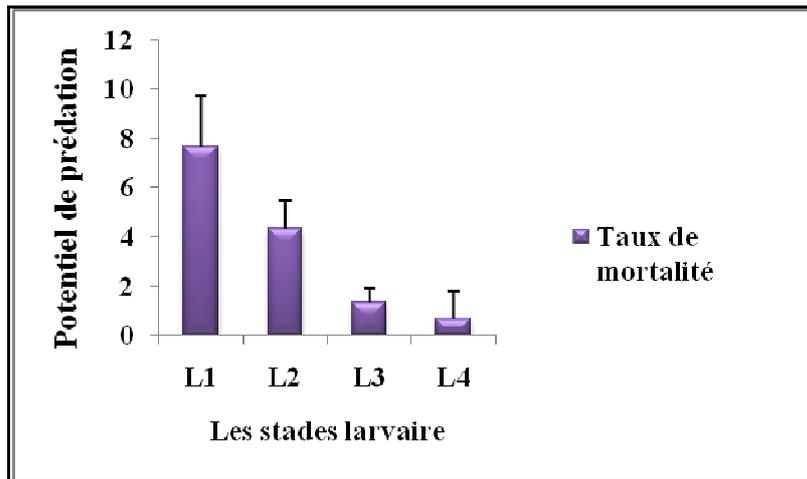
Paramètres Stades	Taux de mortalité observée	Moyenne et Ecart type
L <sub>1</sub>	28	7,33 ± 0,57
L <sub>2</sub>	17	7,00 ± 1,00
L <sub>3</sub>	6	3,33 ± 1,52
L <sub>4</sub>	3	1,33 ± 0,57



**Fig. 83:** Potentiel de prédation de 3 individus d'hydracariens.

**Tableau 66:** Détermination du potentiel de prédation d'un (1) individu d'hydracarien avec 10 larves de *Culiseta longiareolata* (L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub>), Milieu composé.

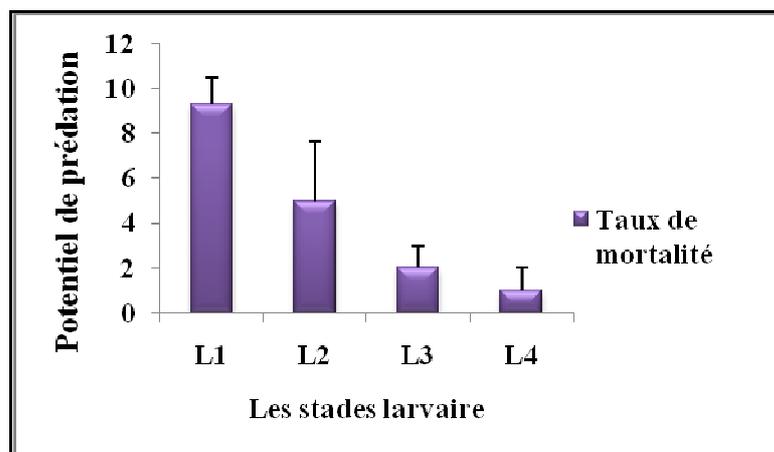
Paramètres Stades	Taux de mortalité observée	Moyenne et Ecart type
L <sub>1</sub>	10	7,66 ± 2,08
L <sub>2</sub>	7	4,33 ± 1,15
L <sub>3</sub>	5	1,33 ± 0,57
L <sub>4</sub>	2	0,66 ± 1,15



**Fig. 84:** Potentiel de prédation d'un (1) individu d'hydracarien.

**Tableau 67:** Détermination du potentiel de prédation des 3 individus d'hydracarien à l'égard de 10 larves de *Culiseta longiareolata* (L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub>), Milieu composé.

Paramètres Stades	Taux de mortalité observée	Moyenne et Ecart type
L <sub>1</sub>	22	9,33 ± 1,15
L <sub>2</sub>	21	5,00 ± 2,64
L <sub>3</sub>	10	2,00 ± 1,00
L <sub>4</sub>	4	1,00 ± 1,00



**Fig. 85:** Potentiel prédateur de 3 individus d'hydracariens.

### 3.3.3. L'analyse statistique comparative entre l'état du milieu et l'espèce proie:

Les résultats de l'analyse statistique sont récapitulés dans les tableaux (68, 69) n'affiche aucune différence significative entre les deux espèces de moustiques dans un milieu filtré en présence d'un et de trois d'hydracariens. Alors que le tableau 70 affiche les résultats de la comparaison de la mortalité des deux espèces de moustique dans un milieu composée en présence d'un individu d'hydracariens et montre une différence significative à l'égard du premier stade larvaire. D'autre part le tableau 71 résume la comparaison de la mortalité des deux espèces de moustique dans un milieu composée en présence de 3 individus et ne présentent aucune différence significative à l'égard de tous les stades. Cependant les tableaux 71, 72, 73, 74, 75 récapitules les comparaisons de la mortalité des deux espèces dans les deux milieux (filtré et composé) en présence d'un et trois individus d'hydracariens ne présentent pas une différence significative à l'égard de tous les stades.

**Tableau 68:** Résultats du test t de Student pour échantillons indépendants, Comparaison du potentiel prédateur de *Piona uncata* à l'égard de 4 stades larvaires de *Culex pipiens* dans un milieu filtré en présence d'un (1) individu d'hydracariens.

Stades	Moyennes par espèce		Paramètres statistiques	
	<i>Culex pipiens</i>	<i>Culiseta longiareolata</i>	t <sub>obs</sub>	P
L <sub>1</sub>	4,67	7,67	2,01	0,13
L <sub>2</sub>	4,00	4,33	0,38	0,73
L <sub>3</sub>	3,00	1,33	1,58	0,25
L <sub>4</sub>	1,33	0,67	0,89	0,46

**Tableau 69:** Résultats du test t de Student pour échantillons indépendants. Comparaison du potentiel prédateur de *Piona uncata* à l'égard de 4 stades larvaires de *Culex pipiens* dans un milieu filtré, en présence de 3 individus d'hydracarien.

Stades	Moyennes par espèce		Paramètres statistiques	
	<i>Culex pipiens</i>	<i>Culiseta longiareolata</i>	t <sub>obs</sub>	P
L <sub>1</sub>	8,67	9,33	0,71	0,51
L <sub>2</sub>	7,33	5,00	1,40	0,29
L <sub>3</sub>	5,33	1,66	3,89	0,06
L <sub>4</sub>	2,33	1,00	1,26	0,29

**Tableau 70:** Résultats du test t de Student pour échantillons indépendants. Comparaison du potentiel prédateur de *Piona uncata* à l'égard de 4 stades larvaires de *Culex pipiens* dans un milieu composé en présence d'un (1) individu d'hydracarien.

Stades	Moyennes par espèce		Paramètres statistiques	
	<i>Culex pipiens</i>	<i>Culiseta longiareolata</i>	t <sub>obs</sub>	P
L <sub>1</sub>	5,33	3,33	4,24	0,01*
L <sub>2</sub>	3,67	2,33	1,41	0,29
L <sub>3</sub>	2,33	1,66	1,41	0,23
L <sub>4</sub>	0,33	0,66	0,71	0,51

**Tableau 71:** Résultats du test t de Student pour échantillons indépendantes, Comparaison du potentiel prédateur de *Piona uncata* à l'égard de 4 stades larvaires de *Culex pipiens* dans un milieu composé en présence de 3 individus d'hydracariens.

Stades	Moyennes par espèce		Paramètres statistiques	
	<i>Culex pipiens</i>	<i>Culiseta longiareolata</i>	t <sub>obs</sub>	P
L <sub>1</sub>	8,00	7,33	1,00	0,39
L <sub>2</sub>	8,33	7,00	2,00	0,13
L <sub>3</sub>	4,66	3,33	1,41	0,29
L <sub>4</sub>	1,33	1,33	0,00	1,00

**Tableau 72:** Résultats du test t de Student pour échantillons indépendantes, Comparaison du potentiel prédateur de *Piona uncata* à l'égard de 4 stades larvaires de *Culex pipiens* dans les deux milieux (filtré et composé) en présence d'un (1) individu d'hydracarien.

Stades	Moyennes par milieu		Paramètres statistiques	
	Milieu filtrée	Milieu composée	t <sub>obs</sub>	P
L <sub>1</sub>	4,67	5,33	0,71	0,55
L <sub>2</sub>	4,00	3,67	0,32	0,77
L <sub>3</sub>	3,00	2,33	0,63	0,59
L <sub>4</sub>	1,33	0,33	2,12	0,10

**Tableau 73:** Résultats du test t de Student pour échantillons indépendants. Comparaison du potentiel prédateur de *Piona uncata* à l'égard de 4 stades larvaires de *Culex pipiens* dans les deux milieux (filtré et composé) en présence de 3 individus d'hydracariens.

Stades	Moyennes par milieu		Paramètres statistiques	
	Milieu filtré	Milieu composé	t <sub>obs</sub>	P
L <sub>1</sub>	8,67	8,00	0,76	0,50
L <sub>2</sub>	7,33	6,33	0,56	0,63
L <sub>3</sub>	5,33	4,66	0,71	0,55
L <sub>4</sub>	2,33	1,333	1,06	0,40

**Tableau 74:** Résultats du test t de Student pour échantillons indépendantes, Comparaison du potentiel prédateur de *Piona uncata* à l'égard de 4 stades larvaires de *Culiseta longiareolata* dans les deux milieux (filtré et composé) en présence d'un (1) individu d'hydracarien.

Stades	Moyennes par milieu		Paramètres statistiques	
	Milieu filtrée	Milieu composée	t <sub>obs</sub>	P
L <sub>1</sub>	7,67	3,33	3,47	0,07
L <sub>2</sub>	4,33	2,33	2,68	0,11
L <sub>3</sub>	1,33	1,66	0,71	0,51
L <sub>4</sub>	0,67	0,66	0,00	1,00

**Tableau 75:** Résultats du test t de Student pour échantillons indépendantes, Comparaison du potentiel prédateur de *Piona uncata* à l'égard de 4 stades larvaires de *Culiseta longiareolata* dans les deux milieux (filtré et composé) en présence de 3 individus d'hydracariens.

Stades	Moyennes par milieu		Paramètres statistiques	
	Milieu filtrée	Milieu composée	t <sub>obs</sub>	P
L <sub>1</sub>	9,33	7,33	2,68	0,11
L <sub>2</sub>	5,00	7,00	1,22	0,34
L <sub>3</sub>	1,66	3,33	1,77	0,21
L <sub>4</sub>	1,00	1,33	0,50	0,65

#### 3.3.4. Etude du parasitisme larvaire des Hydracariens sur terrain:

Les larves hétéropodes des hydracariens se fixent sur les différentes parties du corps des insectes aquatiques et semi-aquatiques, au niveau du thorax, de l'abdomen et au niveau des pattes et des ailes pour accomplir la phase aérienne du stade larvaire. D'après notre étude on a constaté que les larves de *Piona uncata* parasitent les ébauches allaires des larves d'Odonates et la chambre aérienne des Mollusque. Les larves d'Odonates parasitées, récoltées à partir des deux sites appartiennent au genre *Sympetrum* (Fig. 87), alors que les deux espèces d'escargots *Galba trunculata* et *Planorbarius corneus*. Le parasitisme préimaginal des Hydracariens est présenté par deux stades: les larves (hexapode) et les tritonymphes (octopodes) chez *Piona uncata* (Fig. 88). Au niveau des Ruines Romaines les individus d'Odonates récoltés sont au nombre de 278, quatre individus sont parasités. En ce qui concerne les Mollusques, les 240 individus récoltés aucun individu n'a présenté de parasite (Tableau 77). Cependant au niveau du lac Tonga 189 larves d'Odonates pêchées à partir des cinq stations d'études, 16 ont présenté un parasitisme larvaires. Alors que les Mollusque récoltés au nombre de 214 individus 7 sont parasités (Tableau 78).



**Fig. 87:** Larve d'Odonate Sympetrum. (Gr. x 150).



**Fig. 88:** Tritonymphes de *Piona uncata* Koenike 1888. (Gr. x150).

**Tableau 77:** Récapitulatif de la faune associée saine (dépourvus de larves d'hydracariens) et parasités. S: Station; P: Individus parasités; R: Individus récoltés.

La faune associée	Ruines Romaines											
	S1		S2		S3		S4		S5		S6	
	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P
Odonates	09	00	19	00	44	01	161	01	25	00	20	02
Mollusques	13	00	88	00	28	00	28	00	37	00	46	00
Total	22	00	107	00	72	01	189	01	52	00	66	02

**Tableau 78:** Récapitulatif de la faune associée saine (dépourvus de larves d'hydracariens) et parasités. S: Station; P: Individus parasités; R: Individus récoltés.

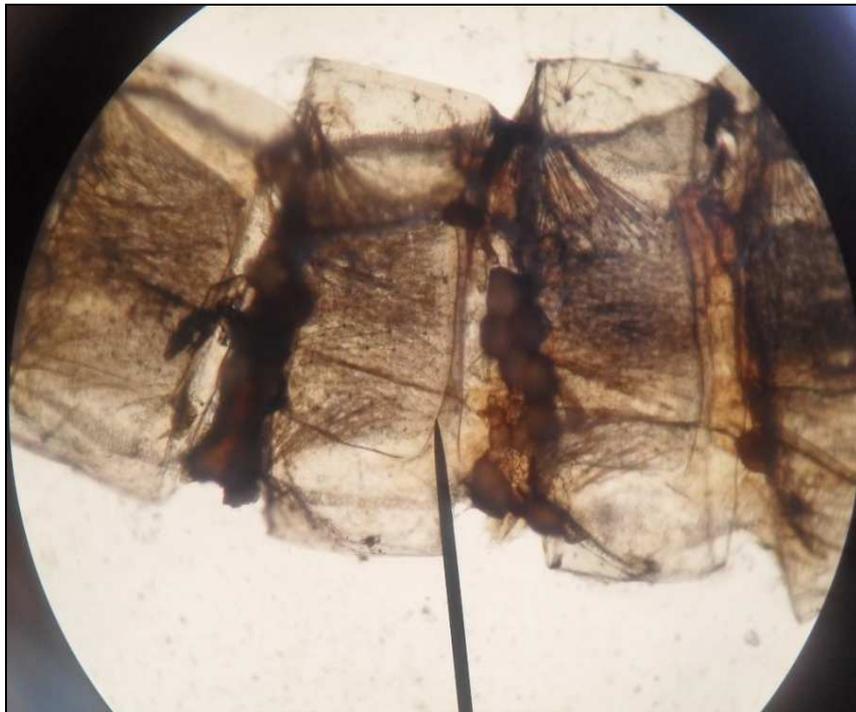
La faune associée	Lac Tonga									
	S1		S2		S3		S4		S5	
	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P
Odonates	39	03	30	02	38	03	34	06	48	02
Mollusques	35	03	39	03	42	00	59	00	39	01
Total	74	06	69	05	80	03	93	06	87	03

### 3.3.5. Etude expérimentale du parasitisme larvaire de *Piona uncata* à l'égard des Culicidae et les Mollusques:

Dans le but de déterminer la phase aérienne des *Piona uncata* Koenike 1888, nous avons procédé à une expérience utilisant les larves et les nymphes du moustique *Culex pipiens* qui présente un développement larvaire aquatique, ces dernière peuvent jouée le rôle d'hôte pour les larves de *Piona uncata* Koenike 1888. Après l'éclosion des œufs des hydracariens, nous avons introduit les larves du quatrième stade de *Culex pipiens*. Après l'exuviation des larves de moustique nous avons comptabilisé et photographié les exuvies parasités (Fig. 88; 89). Les résultats enregistrés dans le tableau 79 affichent le nombre des nymphes de *Culex pipiens* et de leurs exuvies qui ont été parasités. Dix nymphes ont été parasitées par 31 larves, alors que le nombre d'exuvies parasités été de 11, avec une présence de 13 larves d'hydracariens observées sur les différents segments de la nymphe. Dans la deuxième étape de l'expérience nous avons introduit deux espèces de Mollusques (*Galba trunculata* et *Planorbarius corneus*) dans les récipients d'élevage avec les larves de *Piona uncata* Koenike 1888. Après 72 h nous avons comptabilisée et photographiée les individus parasités (Fig. 90). Cependant le tableau 80 montre que les individus, des deux espèces de Mollusque sont parasités. L'espèce *Galba trunculata* a présenté un parasitisme plus accentué, avec 30 individus parasités sur les 40 individus introduits. Alors que la deuxième espèce a présenté seulement 12 cas.

**Tableau 79:** Détermination du parasitisme larvaire de *Piona uncata* sur l'hôte Culicidien: *Culex pipiens*. 10 L<sub>4</sub> en présence de 40 larves d'hydracariens. 10 nymphes en présence de 40 larves par répétition (4). Nbr : Nombre d'individus.

Répétitions	Larve du quatrième stade		Nymphes	
	Nbr. de larves parasitées	Nbr. de parasites par larves	Nbr. de nymphes parasitées	Nbr. de parasites par nymphes.
R1	2	3	3	3
R2	3	4	4	5
R3	3	22	1	1
R4	2	2	3	4
Totale	10	31	11	13



**Fig. 88:** Nympe de moustique parasitée, (Photo personnelle).



**Fig. 89:** Exuvie de nymphe parasité, (Photo personnelle).

**Tableau 80:** Détermination du parasitisme larvaire de *Piona uncata* Koenike 1888 à l'égard des Mollusque: *Galba trunculata* et *Planorbarius corneus*, Nb: 40 Mollusques; 40 Larves.

L'espèces	<i>Galba trunculata</i>	<i>Planorbarius corneus</i>
Répétitions	Nb. de Mollusque Parasités	Nb. de Mollusque Parasités
R1	8	4
R2	10	6
R3	4	1
R4	8	1
Totale	30	12



**Fig. 90:** Escargots de *Planorbarius corneus* parasite, (Photo personnelle).

### **3.3.6. Triage des adultes parasités d'Odonates:**

Comme tous les insectes, le corps des odonates est composé de trois parties: la tête, le thorax et l'abdomen étant formé de plusieurs segments. La tête porte les antennes, les yeux composés de très nombreuses facettes, trois ocelles ou yeux simples, et les pièces buccales de type broyeur. En arrière de la tête se trouve le thorax. Classiquement composé de trois segments comme chez tous les insectes, les deuxième et troisième segments à savoir le mésothorax et le métathorax sont fusionnés et donnent le synthorax. Le premier segment, le prothorax, est très court, et porte la première paire de patte. La partie dorsale du prothorax, appelée le pronotum, présente souvent des motifs colorés diagnostiques, permettant de différencier des espèces proches, notamment pour les femelles de certaines espèces de zygoptères. Le synthorax porte quant à lui les deuxième et troisième paires de pattes, ainsi que les deux paires d'ailes. L'abdomen est constitué de dix segments. Il peut être de forme variable, plus ou moins cylindrique ou aplati, épaissi ou rétréci à certains segments, et présente très souvent des motifs colorés permettant d'identifier les espèces d'odonates ([www.libellules.org/morphologie/larves-odonates.html](http://www.libellules.org/morphologie/larves-odonates.html)). En ce qui concerne notre échantillonnage, 196 individus d'Odonates adultes (Fig. 91) ont été capturées. Après observation sous binoculaire des différentes parties du corps, nous avons remarqué que tous les individus récoltés ne présentaient pas de parasitisme larvaire d'hydracariens. Des photos nous ont été proposées par Mme. La professeur Bendali - Saoudi, présentant un parasitisme accentué sur différentes parties du corps d'odonates adultes (aile, thorax et pattes) récolté à partir de site située au niveau de la région Sidi-Amar Annaba (Fig. 92; 93; 94; 95; 96; 97).



**Fig. 91:** Collection des Odonates adultes (Photo personnelle).



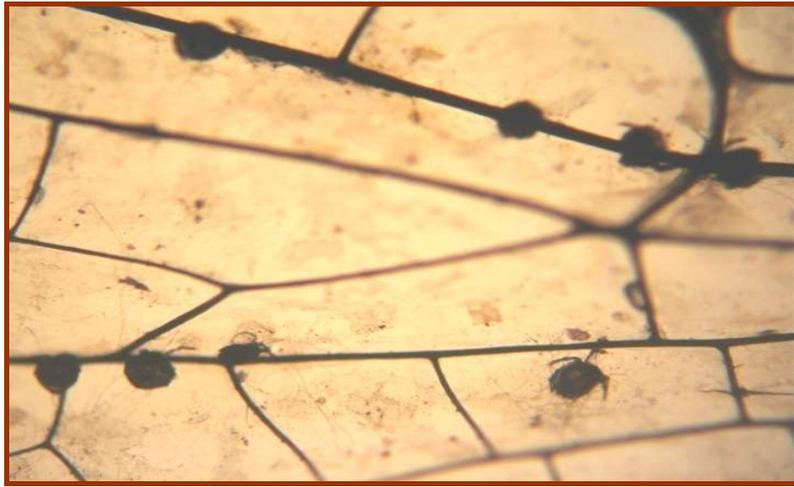
**Fig. 92:** Pattes d'odonate parasitées.



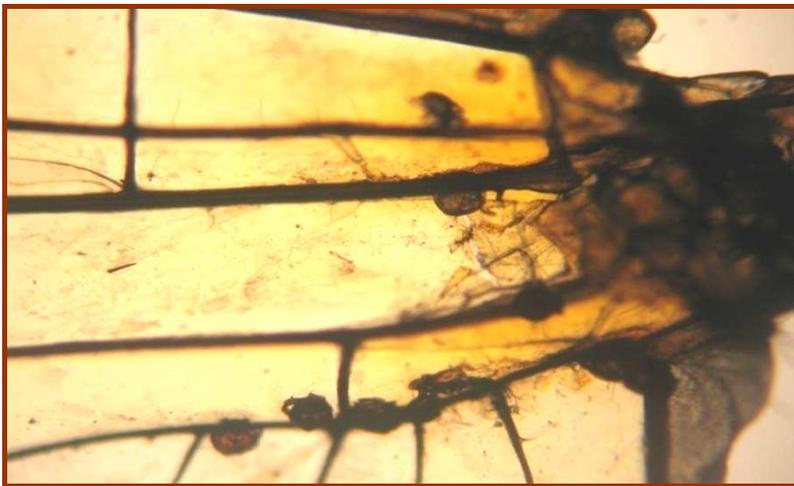
**Fig. 93:** Larve accrochée au niveau du fémure de la patte d'odonate.



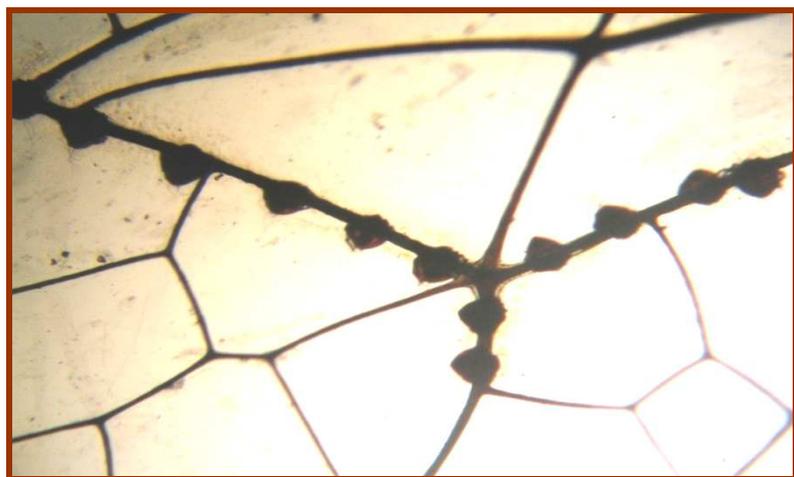
**Fig. 94:** Aile d'odonate parasitée.



**Fig. 95:** Odonate parasités au niveau des nervures de l'aile.



**Fig. 96:** Odonate parasités au niveau du thorax et des ailes.



**Fig. 97:** Odonate parasités au niveau du thorax.

# Discussion

## 4. Discussion

### 4.1. Inventaire

Les Hydracariens ou acariens aquatiques, Hydrachnellae ou Hydrachnidia ont une importance écologique et c'est l'un des groupes dominant des Arthropodes d'eau douce. Leur cycle biologique comporte deux phases, les larves accomplissent une phase aérienne tant qu'ectoparasites d'Insectes adulte, tel que les Odonates (Baker *et al.* 2007; 2008), les deutonymphes et les adultes ont une vie aquatique libre et sont des prédateurs voraces d'Insectes aquatique immatures (Gledhill, 1985) et de petits Crustacés. Comme ils présentent une préférence spécifique et un choix opportuniste de proies, le genre *Arrenurus* suivi de *Piona* sont les plus voraces à l'égard des stades larvaire de *Culex pipiens*; *Anopheles maculipennis* et *Aedes aegyptie*, seulement le taux de prédation se dégrade au fur et à mesure que le stade larvaire évolue (Bendali- Saoudi, 2006). L'intérêt pour les stades larvaires des hydracariens a augmenté récemment en raison de divers aspects de leurs relations d'accueil affectant la distribution, la dispersion, la taille de la population et de l'évolution.

D'autre part, les Hydracariens 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 sont favorables. Ils sont faciles à récolter, répulsifs pour les prédateurs (insectes et poissons). 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. Les Hydracariens sont des Arthropodes chélicérates de la classe des Arachnides et de l'ordre des Acariens (Walter & Proctor, 1999). L'étude des hydracariens en Algérie n'a pas pris de grande ampleur, aucun inventaire spécifique n'a été réalisé. Un programme de recherche a été établi par notre équipe, afin de mettre en œuvre des inventaires au niveau de l'Est Algérien. Procéder par la suite à déterminer leur capacité prédatrice anticulicidienne, pour les intégrer dans la lutte biologique.

Cependant la réalisation d'inventaire faunistique s'inscrit dans le cadre de la conservation de la biodiversité qui consiste un enjeu planétaire et qui passe obligatoirement par une parfaite connaissance de la distribution de la faune et de la flore. A ce titre la première partie a été consacrée à l'identification systématique des espèces des Hydrachnidia. Ils sont abondants sur divers substrats en marge des lacs et des étangs. Certaines espèces se sont adaptées aux eaux courantes et ont une forme aplatie (Proctor & Pritchard, 1989; Proctor, 1991; Proctor, 1992). De nombreux hydracarologues, se sont intéressés à l'étude de leur classification à travers le monde. Au Canada (Conroy, 1982 a; 1982 b; 1984 a; 1984 b; 1985; 1991 a; Conroy & Nokollof, 1984; Smith, 1976; 1983), en Allemagne, (Bader, 1976 a; 1984 a; Lundbland, 1926; 1927), en France (Motas, 1929; Angelier, 1949), en Angleterre (Gledhill, 1967; 1969; 1971; 1973). Au Etats Unis

(Habeeb, 1958; Cook, 1959; 1963; 1974; Mitchell, 1958); au Japan (Imamura, 1959; 1970). D'après le rapport établis par Gledhill (1985) la classification se base sur la morphologie des adultes, plus de 3000 espèces ont été identifiées, dans 500 genres appartenant à 7 super familles. Smith, (1976) considère la chétotaxie des larves comme descripteur précis des espèces. Dans ce sens il a établi une clé d'identification de la famille des Pionidae.

Alors, plusieurs espèces ont été identifiées dans la région d'Annaba, les plus abondantes selon Bendali- Saoudi (2006) sont: *Eylais extence*; *Piona constricta*; *Hydryphante ruber*; *Arrenurussp*. Dans notre travail, nous avons effectués des inventaires dans le site urbain situé dans la ville d'Annaba (les Ruines Romaines), une seule espèce a été déterminée *Piona uncata*. Le deuxième site se situe dans une région rurale, d'El-kala le lac Tonga quia été choisi comme site d'étude, à raison de sa richesse floristique et faunistique classé par Ramsar zone protégée. L'échantillonnage a permis d'inventorier 06 espèces, *Piona uncata* Koenike 1888; *Forelia onondaga* Habeeb 1966; *Unionicola crassips* Mitchell 1955, *Eylais hamata* Koenike 1897; *Arrenurus (Arrenuru) balladoniensis* Halik 1940 et *Hydrachna cruenta* Muller 1776. Les espèces récoltées ont été identifiées systématiquement selon les clés dichotomiques de Cook, 1974; Remy, 1979; Krantz (1975; 1978) et Smith (1976). Les paramètres physico-chimiques de l'eau des stations d'étude n'ont pas montré une différence significative durant la période d'étude, ce qui a donné une répartition équitable des espèces entre les stations. L'étude morphométrique approfondie a concerné plusieurs structures de l'espèce la plus abondante *Piona uncata* Koenike 1888, récoltée à partir des deux sites d'étude, en plus de la chétotaxiques des larves et des adultes. Les longueurs et les largeurs du corps entier ainsi que celles de la plaque génitale, montrent qu'il existe des différences morphométrique et chétotaxique entre les Hydracariens des deux sites.

## 4.2. Lutte biologique

Parmi les Arthropodes, les Insectes sont les premiers à avoir peuplé la terre. En terme d'importance épidémiologie mondiale et de nuisance pour l'homme, les moustiques sont considérés comme le premier groupe de vecteurs, le second groupe étant celui des Acariens suivi par les Tiques et enfin les Puces (Lecointre, 2001). Les populations très importantes de moustiques adultes et larves sont une source inestimable de protéines pour de nombreux animaux carnassiers vertébrés et invertébrés. Les œufs sont dévorés par les Gerridae, les Gyrinidés et les petits poissons.

Pour lutter contre ces agents vecteurs, la lutte chimique continue à être le moyen majeur de contrôle des vecteurs (Casida & Quistard, 1998), seulement elle présente beaucoup d'inconvénient concernant le coût onéreux des pesticides, elle agit négativement sur l'environnement et la santé de la population non ciblée y compris l'Homme, l'apparition de la résistance vis-à-vis quelques produits (Soltani, 2009; Zaidi & Soltani, 2011).

Cependant la lutte biologique est une méthode conventionnelle et alternative, à la lutte chimique, elle est sélective et spécifique. Parmi les prédateurs de moustiques les plus réputés, les poissons larvivores, utilisés par de nombreux pays dans les programmes de lutte contre les moustiques. Au Maroc, lagambusie (*Gambusia affinis*), originaire d'Amérique du Nord a été introduite depuis le début du siècle. Ce qui nous a incités à développer la lutte biologique anticulicidienne et l'utilisation rationnelle de leurs ennemis naturels (Lacey & Orr, 1994). Au cours des vingt dernières années, la faune Culicidienne d'Algérie a fait l'objet d'un grand nombre de travaux qui s'intéressent plus particulièrement à la systématique, la biochimie, la morphométrie, la lutte chimique et biologique à l'égard des moustiques (Bendali *et al.*, 2001; Boudjelida *et al.*, 2005; Tine - Djebbar & Soltani, 2008; Tine-Djebbar, 2009; Tine-Djebbar *et al.*, 2011). Les résultats de l'analyse de la variance à un critère de classification montrent une différence non significative entre les temps de prédation et les stades larvaires. On a constaté une prédation importante après 72 heures à l'égard des deux premiers stades (L<sub>1</sub>; L<sub>2</sub>) et moins importantes à l'égard des autres stades (L<sub>3</sub>; L<sub>4</sub>).

### 4.3. Aspect physiologique

La plupart des invertébrés, sont dotés d'organes respiratoires, de poumons ou de branchies, ainsi que d'un système circulatoire grâce auquel le sang transporte l'oxygène de ces organes vers le reste du corps. Chez les insectes c'est différent, en effet ces animaux ne possèdent pas de sang mais de l'hémolymphe. Ce liquide, vert ou jaune, ne transporte pas d'oxygène: il sert seulement à acheminer les nutriments dans tout l'organisme. En l'absence de sang, on comprend donc aisément que des poumons ou des branchies, ces interfaces d'échange entre l'oxygène et le sang, ne soient d'aucun recours pour respirer, ([www.linternaute.com](http://www.linternaute.com)). Alors, certains insectes de petite taille respirent par diffusion de l'oxygène à travers la paroi du corps. Mais, en général, ces animaux sont oxygénés grâce à un système de trachées. Ces sortes de tubes creux très petits permettent à l'air de circuler partout. En effet, les trachées se ramifient en tubes de plus en plus fins, les trachéoles, qui conduisent l'air dans tous les organes. Là, l'oxygène de l'air diffuse dans le sang, et le gaz carbonique passe dans l'air. Ce système n'est pas uniquement passif : à certains endroits, les trachées forment des sacs bordés de muscles. Ceux-ci fonctionnent comme des pompes pour faire circuler l'oxygène. La contraction rythmique des muscles transversaux assure la circulation ordonnée de l'air, de l'avant vers l'arrière de l'animal, ([www.linternaute.com](http://www.linternaute.com)). Il y a plusieurs types de respiration chez les insectes, les insectes dits « primitifs » (qui existent sous la même forme depuis des millions d'années) respirent en partie par leur « peau », il s'agit alors de la respiration cutanée. Certains insectes aquatiques respirent avec des branchies. La majorité des insectes respirent grâce à des petits trous situés sur les côtés du thorax et de l'abdomen, on les appelle des stigmates respiratoires, ([www.insectes.org](http://www.insectes.org)). L'optode, qui est un appareil respiratoire sensible à l'oxygène était découvert par le professeur Roger Seymour. Les scientifiques qui ont mesuré les différences de niveaux d'O<sub>2</sub> à

l'intérieur de la bulle, ont repéré un échange gazeux identique à celui élaboré par les branchies des animaux qui maintiennent une respiration sous l'eau. Le professeur Seymour a cité un exemple d'araignée consommant l'oxygène de l'air dans la cloche : la concentration d'O<sub>2</sub> peut descendre dans la bulle au-dessous du niveau O<sub>2</sub> dissous dans l'eau et qui s'enfoncera dans la bulle d'eau, par contre le CO<sub>2</sub> produit par cet araignée, se dissout facilement dans l'eau sans être accumulé (www.gurumed.org). La respiration est une voie métabolique se déroulant dans la cellule et permettant la libération de l'énergie contenue dans les molécules organiques. L'énergie est généralement utilisée pour synthétiser de l'ATP, précédé par un échange gazeux d'oxygène et de dioxyde de carbone entre l'organisme et son milieu. Cet aspect physiologique a été entrepris, dans une expérience préliminaire, dans le but de déterminer le temps que peut passer un individu d'hydracarien sous l'eau avant de remonter en surface, pour s'alimenter en oxygène atmosphérique. Ce temps varie de 4 à 348 secondes. L'hydracarien peut passer donc de 4 secondes à 6 minutes sous l'eau, ce temps est nécessaire pour la prédation des invertébrés de tailles généralement plus petites que la sienne. Le prédateur fonce ces chélicères au niveau de la partie la plus antérieure de la proie, il la maintient entre ces pédipalpes et suce tous les liquides (hémolymphe). Le cadavre de couleur presque noire est enfin relâché au fond du récipient.

#### **4.4. Parasitisme larvaire**

Les hydracariens sont des ectoparasites des larves d'insectes aquatiques tandis que les actifs de post-larves (stades deutonymphes et les adultes) sont des prédateurs totalement aquatiques de petits invertébrés (Proctor & Pritchard, 1989). Les associations parasitaires de larves ont été examinées par Smith & Oliver (1976; 1986) et Smith (1988). Les familles qui constituent les hôtes principaux des larves d'Hydracariens font partie de la classe des Insectes aquatique ou semi aquatiques tel que la famille des *Culicidae*, *Tipulidae*, *Ptychoptéridae*, *Chloropidae* et *Empitidae* (Lundblad, 1927). Certains auteurs ont donné des estimations concernant l'endroit d'attache des larves sur leurs hôtes. Les larves d'Hydracariens parasitent les moustiques et s'accrochent sur les différentes parties du corps: thorax, abdomen, pronotum, au niveau des soies de l'extrémité abdominales, sur les cerques des femelles, ainsi que sur les pleures abdominales des nymphes (Bendali- Saoudi, 2006). Elles percent avec leur stylet les téguments et commencent à sucer le contenu liquide de l'hôte. Après quelque temps le corps larvaire change de forme, en une masse ovoïde. C'est le stade de la puppe, donne naissance à la nymphose qui se détache de l'insecte. Cette nymphe appelée deutonymphe, est octopode, elle se comporte comme une forme adulte, mais en diffère par l'absence de la fente génitale et par un nombre réduit de ventouses génitales. Certaines larves ne sont pas parasites (Lundblad, 1927) et se nourrissent comme les nymphes et les adultes. Le parasitisme chez la famille des Pionidae est en voie de disparition (Smith, 1976). Cependant, le

parasitisme par les larves d'Hydracariens possède un potentiel de limiter la reproduction et la survie des populations naturelles de leurs hôtes, qui sont les moustiques (Lanciani & Boyt, 1977). La présence des mites aquatiques est un indicateur de milliparité chez les femelles de moustiques par les espèces du genre *Arrenurus*. Depuis cette date plusieurs informations se sont ajoutées. Mullen (1974) a établi une clé illustrée d'identification des larves d'Hydracariens parasite de moustiques. Les genres des espèces que nous avons étudiées, ont été cités dans cette clé, excepté l'espèce *Eylais extendens*. Plusieurs chercheurs ont consacré leurs travaux à l'étude de l'effet du parasitisme larvaire sur les moustiques. Après l'éclosion, les larves hexapodes restent à la surface de l'eau, en attente de l'hôte convenable pour accomplir la phase aérienne, avant de retourner à l'eau, atteignant le stade nymphal octopode. Cependant les odonates sont considérés comme de bons bioindicateurs de la qualité des milieux aquatiques et pour l'évaluation environnementale des zones humide, ou pour la mesure d'efficacité de procédures de restauration écologique de cours d'eau ou de zones humides, tant par l'observation et étude des adultes, que des larves ou des exuvies (Chovanec, 1997; D'Amico *et al*, 2004).

Plusieurs ordres d'insectes à larves aquatiques et imago non aquatiques, y compris les odonates, sont parasités par des larves d'Hydracariens. Les larves d'*Arrenurus spp.* Sont des ectoparasites communs et répandus des odonates (Smith & Oliver, 1986; Smith, 2009). Plus de 55 espèces du genre *Arrenurus* ont été décrites comme ectoparasites d'odonates. Les larves des Arrenurides sont de véritables parasites et exploitent leurs hôtes odonates pour la nourriture et la dispersion. Ils forment également une association phorétique avec le dernier stade larvaire de l'hôte. Comme l'hôte émerge de l'eau au cours de la dernière métamorphose, la larve rampe sur l'exuvie de son hôte aquatique à l'adulte nouvellement émergé et devient parasite (André & Cordero, 1998). Ils commencent à pénétrer la cuticule et s'engorge pleinement de l'hôte. Ils peuvent être détectés 48 heures plus tard (Abro, 1982). Les acariens restent attachés à l'hôte tout au long de la période de pré-reproduction de l'hôte et changent de couleur progressivement. Ils tombent dans l'eau lorsque les odonates reviennent pour l'oviposition. Le parasitisme larvaire des hydracariens peut réduire la longévité de l'hôte et la fécondité, en raison de l'asymétrie fluctuante de la longueur de l'aile antérieure et le nombre de cellules. Leur vol devient moins fréquent et moins brève tandis que les odonates mâles infectés sont également moins susceptibles de s'accoupler (Forbes, 1991 a).

# **Conclusion**

## 5. Conclusion

L'inventaire des Hydrachnidia a été réalisé au niveau de deux sites, un site urbain, les Ruines Romaines d'Annaba. L'étude systématique a révélé la présence d'une seule espèce *Piona uncata* Koenike 1888 dans les six stations choisies. Le deuxième site d'étude a concerné le lac Tonga. L'identification des espèces récoltées au niveau des cinq stations situées à la périphérie du lac, nous a permis de déterminer la présence de six espèces. Les espèces rencontrées ont été identifiées selon la clé de Cook, 1974; Krantz (1975; 1978); Perrier (1979) et Smith (1976). Il s'agit de *Piona uncata* Koenike 1888; *Forelia onondaga* Habeeb 1966; *Unionicola crassipes* Mitchell 1955, *Eylais hamata* Koenike 1897; *Arrenurus (Arrenuru) balladoniensis* Halik 1940 et *Hydrachna cruenta* Muller 1776. L'espèce la plus répandue, est *Piona uncata* Koenike 1888. L'étude physico-chimique de l'eau nous a informé sur les caractéristiques du milieu de vie de cette espèce. On a déduit que *Piona uncata* Koenike 1888 préfère l'eau saumâtre. A partir des résultats des paramètres physico chimiques on a constaté que les stations qui présentent une conductivité élevée avec une eau moins oxygénée, affiche une faible abondance d'Hydracariens. L'analyse statistique des résultats, a montré une relation entre la qualité de l'eau et l'abondance des Hydracariens dans les deux sites d'études.

L'étude systématique nous a incité à déterminer la biométrie et la chétotaxie de l'espèce abondante *Piona uncata* Cook, 1960. Cette discipline reste le moyen le plus explicatif des différences structurales, morphométriques et chétotaxiques pour une identification fiable des espèces. Les résultats comparatifs obtenus de la biométrie de l'espèce *Piona uncata* Cook, 1960 récoltées à partir des deux sites protégés (l'un épigé et l'autre hypogé) ont montré qu'il existe quelques différences. Certaines mensurations ont présenté des différences hautement et très hautement significatives, alors que pour l'ensemble des caractères, l'analyse multivariée a montré une différence non significative. Parmi les méthodes utilisées dans la caractérisation des espèces proches, et afin de les classer, la chétotaxie est un moyen de détermination de ces espèces et surtout des sous espèces et des espèces proches.

Dans le cadre de la lutte biologique les Hydrachnidia jouent un rôle efficace de contrôle biologique à l'égard des larves de *Culicidae* grâce à leur prédation vorace (Smith, 1986). Les *Culicidae* sont vecteurs de nombreux agents pathogènes en plus de leur nuisance à l'Homme et aux animaux. Ils sont vecteurs de maladies virales ou parasitaires ou simplement génératrice de nuisance. Dans la troisième partie de ce travail, nous avons déterminé le potentiel prédateur de l'espèce abondante à l'égard des quatre stades larvaires ( $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ ,  $L_4$ ) de deux espèces de

moustique *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*, en tenant compte du nombre d'individus utilisé ainsi que le milieu du test. Les résultats obtenus montrent qu'après 72 h l'efficacité de potentiel prédateur est plus importante. La respiration est un phénomène physiologique qui désigne à la fois les échanges gazeux et la respiration cellulaire qui permet, en dégradant du glucose grâce au dioxygène, d'obtenir de l'énergie. Suivant ce contexte nous avons contribué à la détermination du temps que peut rester l'hydracarien sous l'eau pour accomplir sa prédation, avant de remonter en surface. L'adulte de *Piona uncata* peut rester de 4 à 348 secondes avant de remonter en surface pour s'alimenter en oxygène.

La connaissance des parasites pathogènes et des prédateurs de moustique est à la base de la lutte biologique anticulicidienne. Certains parasites vivent aux dépens des adultes et s'alimentent en prélevant l'hémolymphe des imagos. Il s'agit d'acariens et d'hydracariens, mais aussi de petits diptères. Certains diptères milichiidés s'installent dans les poils des libellules et s'invitent au repas des odonates quand elles viennent de capturer une proie. On qualifie ces espèces de commensales, les larves et les adultes sont aussi porteurs de parasites internes tels que des grégarines ou des trématodes. A l'éclosion des œufs des hydrachnidia, les larves qui sont hexapodes restent à la surface de l'eau, en attente de l'hôte convenable, pour accomplir la phase aérienne, avant de retourner à l'eau, atteignant le stade nymphal octopode. Nos résultats confirment la présence parasitaire des larves de *Piona uncata* chez les deux espèces de Mollusques testées *Galba trunculata* et *Planorbium corneum*, ainsi que chez les Culicidae *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*.

En perspective, il convient de multiplier les stations d'études, et d'actualiser les inventaires pour déterminer la biodiversité des Hydracariens en Algérie. D'autre part, étudier le rôle des Hydracariens connu comme bioindicateurs aquatiques et en revanche déterminer le potentiel prédateur antilarvaire, des espèces identifiées à l'égard des différentes espèces de Culicidae.

# Résumés

## 6. Résumé

Les recherches menées sur terrain, et en laboratoire, visent la connaissance des hydracariens dans deux sites protégés. Plusieurs aspects complémentaires ont été développés:

**Aspect inventaire:** Notre étude a été consacrée à l'identification systématique des Hydracariens récoltés au niveau des six stations d'étude dans les Ruines Romaines, et des cinq stations au niveau du Lac Tonga situé dans la région d'El Kala (extrême Nord-Est de l'Algérie). L'identification a été réalisée selon les clés dichotomiques de Remy (1979); Krantz (1975; 1978) et Smith (1976). Les espèces inventoriées appartiennent à cinq familles (Pionidae, Unionicolidae, Hydrachnidae, Eylaidae et Arrenuridae) et à six genres (*Piona*, *Forelia*, *Unionicola*, *Hydrachna*, *Eylais*, *Arrenurus*). Il s'agit des espèces *Piona uncata* Koenike, 1888; *Forelia onondaga* Habeeb, 1966; *Unionicola crassips* Mitchell, 1955, *Eylais hamata*, Koenike, 1897; *Arrenurus (Arrenuru) balladoniensis* Halik, 1940 et *Hydrachna cruenta* Muller, 1776. Une analyse de quatre paramètres physico-chimique de l'eau a été réalisée pour déterminer de ces derniers sur la biodiversité des Hydracariens.

**Aspect biométrique et chétotaxique:** L'étude morphométrique et chétotaxique nous a permis de constater des différences concernant la longueur, la largeur considéré de 27 structures chez les larves de *Piona uncata* (longueur et la largeur, du corps entier, le gnatosome, la plaque excrétrice, les trois coxa, les cinq segments des trois pattes). D'autre part on a entrepris la mensuration de 48 structures chez les adultes (longueur et la largeur du corps entier, plaque génitale, les cinq segments des pédipalpes, les coxae et la longueur des six segments des quatre pattes). Alors que l'étude chétotaxique des espèces récoltées on a déterminie le nombre de soies sur les différentes parties du corps, 18 structures larvaires et 30 structures chez les adultes.

**Aspect lutte biologique et parasitisme larvaire:** Plusieurs tests ont été effectués pour évaluer l'efficacité des Hydracariens dans la lutte biologique, à l'égard de deux espèces de moustiques *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*. Pour cela nous avons utilisé les adultes de *Piona uncata* à l'égard des stades larvaires (L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub>) du moustique. Les résultats obtenus montrent qu'après 72 h le potentiel prédateur est plus important. Dans l'étude du parasitisme nos résultats ont confirmé la tendance parasitaire des larves de *Piona uncata*. Elles parasitent les deux espèces de Mollusques *Galba trunculata* et *Planorbarius corneus*, ainsi que les Culicidae (*Culex pipiens*). Les résultats de cette étude montrent que les larves des hydracariens préfèrent parasiter la première espèce de Mollusque *Galba trunculata*.

**Mots clés:** Inventaire, Hydracariens, Ecologie, Morphométrique, Lutte biologique, Lac Tonga, Algérie.

## Summary

Researches on the ground and in the laboratory targets the cognition of the hydracariens in the two protected sites. Many complementary aspects have been developed:

**Inventory aspect:** our study has been devoted to the systematic identification of hydracariens gathered at the level of the six stations of study in the Romans Ruins and the five stations at the lake of Tonga situated in the region of El Kala ( the extreme North East of Algeria). The identification has been realized on the reference of Remy's dichotomic keys (1979) Krantz (1975, 1978) and Smith (1976). The inventorial species belong to five kinds (Piona, Forelia, Unionicola, Hydrachna, Eylais, Arrenurus. It is about *Piona uncarta* koenike 1888. *Forelia onondaga* Habeeb 1966; *Unionicola crassips* Mithell 1955, *Eylais hamata* koenike 1897; *Arrenurus* ( *Arrenuru*) *balladoniensis* Halik, 1940 and *Hydrachna cruenta* Muller 1776. An analysis of four parameters. Physico-chemical of water has been realized to determine these later on the biodiversity of Hydracariens

**The biometric and the chaetotaxic aspect:** the morphometric and the chaetotaxic study allows us to notice the different concerning the length and the wideness estimated of 27 structure in *Piona uncarta* larva (length and the wideness , of the whole body , the gnatosome , the excretory plaque , the three coxa , the five segments of the three paws ). On the other hand we have undertaken the mensuration of 48 structures concerning adults (length, and the wideness of the whole body, the genital plaque, the five segments of the pedipalps, the coxae and the length of the six segments of the four paws) However, the study chaetotaxic of the species gathered have determined the number of silk on the different parts of the body, 18 structure larval et 30 structures in the adults ones.

The biological fencing and the larval parasitism: Various tests done to evaluate the efficiency of the Hydracariens in the biological fencing, concerning the two species of mosquitoes *Culex pipiens* and *Culiseta longiareolata*. For this purpose we have used the *Piona uncarta* adults to the larval stages (L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub>) of mosquitoes. The results obtained show that after 72 hours the potential predator is the most important. In the parasitism study, our results have confirmed the parasitic larval of *Piona uncarta* tendency. They parasitize the two Mollusques *Galba trunculata* and *Planorbis corneus* species in addition of the Culicidae (*Culex pipiens*). The outcome of this study display that hydracariens larvae prefer to parasitize the first specie of Mollusque *Galba trunculata*.

**Key words:** Inventory, Hydracariens, Ecology, Morphometric, Biologic fencing, Tonga lake, Algeria

## الملخص

تناولت دراستنا عدة أبحاث لتحديد نوع اكاروسات الماء العذب من موقعين محميين و قد وضعت عدة جوانب التحليل الإحصائي : خصصت دراستنا إلى تحديد نوعي و منهجي لكاروسات الماء العذب المؤخودة من ستة مواقع بالآثار الرومانية بعنابة و خمس محطات في بحيرة تونقا تقع في منطقة القالة (أقصى شمال شرق الجزائر). وقد أجري هذا التحديد وفقا لمفتاح ريمي (1979)؛ كرانتز (1975، 1978) وسميث (1976). و قد توصلنا إلى أن هذه الأنواع تنتمي إلى خمس عائلات (Hydrachnidae، Unionicolidae، Pionidae، Eylaisidae و Arrenuridae) وستة أجناس (Eylais، Hydrachna، Unionicola، Forelia، Piona، Arrenurus) هذه الأنواع هي *Eylais hamata*، *Unionicola*، *Piona uncata*، *Forelia onondag* و *Arrenurus (Arrenuru) balladoniensis*، *crassips* و *screwenta Hydrachna* أيضا بدراسة تحليلية لأربعة خواص فيزيائية و كيميائية للماء من اجل تحديد تأثيرها على النوع و التوزيع البيولوجي لكاروسات الماء.

**دراسة قياسية (مورفولوجية) :** قمنا بدراسة قياسية لـ 27 قياس يخص يرقات من نوع *Piona uncata* طول و عرض الجسم كله، المنطقة الفموية، الصفيحة الإفرازية، طول خمسة قطع لثلاثة أرجل) و 48 قياس للأفراد من نفس النوع وكذلك قمنا بحساب عدد الشعيرات الموجودة على مستوى 18 جزء مختلف في جسم اليرقات و 30 جزء في جسم الأفراد و الأنواع المحصل عليها.

**المقاومة الحيوية ليرقات البعوض :** أجريت عدة اختبارات لتقييم فعالية اكاروسات الماء في المكافحة البيولوجية لنوعين من ليرقات البعوض  $L_1$ ،  $L_2$ ،  $L_3$ ،  $L_4$ . أظهرت هذه الدراسة أن قدرة الافتراس عند اكاروسات الماء تكون مهمة و كبيرة بعد 72 ساعة، فيما يخص تطفل يرقات اكاروسات الماء أكدت نتائجنا أن اليرقات التطفلية من نوع *Piona uncata* تتطفل على نوعين من الرخويات *Galba truncatula* و *Planorbarius corneus* و كذلك البعوض من نوع *Culex pipiens* و النتائج تظهر أن هذا النوع يتطفل و تفضل النوع الأول من الرخويات.

**الكلمات المفتاحية :** اكاروسات الماء – البيئة – دراسة قياسية – المكافحة البيولوجية – بحيرة تونقا – الجزائر.

# **Bibliographie**

## 7. Bibliographies

- Abro, A. 1982.** The effects of parasitic water mite larvae (*Arrenurus* spp.) on zygopteran imagoes (Odonata). *Journal of Invertebrate Pathology* 39: 373-381.
- Alberti, G. and C. Bader. 1990.** Fine structure of external "genital" papillae in the freshwater mite *Hydrovolzia placophora* (Hydrovolziidae, Actinedida, Actinotichida, Acari). *Experimental and Applied Acarology* 8: 115-124.
- Andrés, J. and A. Cordero. 1998.** Effects of water mites on the damselfly *Ceriagrion tenellum*. *Ecological Entomology* 23:103-109.
- Angelier, E.C. 1949 a.** Diagnoses sommaires d'Hydracariens phréaticoles nouveaux. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle (2e Série)* 21: 88-90.
- Bader, C. 1976 a.** Wassermilben (Acari, Prostigmata, Hydrachnellae) aus dem Iran. 2. Mitteilung. *Feltria sepasgozariani* nov. spec. *Supplement Bulletin of the Faculty of Science, Tehran University* 7: 1-31.
- Bader, C. 1984 a.** Nilotonia-Studien (Acari: Hydrachnellae). *International Journal of Acarology* 10: 45-50.
- Baker R. A., Mill P. J., Zawal A., 2007.** Mites on Zygoptera, with particular reference to *Arrenurus* species, selection sites and host preferences. *Odonatologica*, 36 (4): 339- 347.
- Baker R. A., Mill P. J., Zawal A., 2008.** Ectoparasitic water mite larvae of the genus *Arrenurus* on the damselfly *Coenagrion puella* (Linnaeus) (Zygoptera: Coenagrionidae). *Odonatologica*, 37(3): 193-202.
- Barr, D.W. 1972.** The ejaculatory complex in water mites. (Acari: Parasitengona): Morphology and potential value for systematics. *Life Sciences Contribution, Royal On* pp.

**Becker N., Petric D., Zgomba M., Boase C., Dahl C., Lan J., Kaiser A., 2003.** Mosquitoes and their Control. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New-York. Boisvert, J.

**Bendali F., 1989.** Etude de *Culex pipiens* Amantogéne, systématique, biologie, lutte (*Bacillus thuringiensis* sérotype H14 ; *Bacillus sphaericus* 1593 et deux espèces d'Hydracariens). Mémoire de Magister. Biologie animale. Université d'Annaba.

**Bendali F., Jebba F., Soltani N., 2001.** Efficacité comparée de quelques espèces de poissons à l'égard de divers stades de *Culex pipiens* L. dans des conditions de laboratoire. *Parasitica*. 57 (4) 255- 265.

**Bendali S.F., 2006.** Thèse de Doctorat d'Etat en science Naturelle : Etude bioécologique, Systématique et Biochimique des Culicidae (Diptera- Nematocera) de la région d'Annaba. Lutte biologique anticulicidienne.

**Bendali S.F., Gacem. H. & Soltani N. 2013.** Morphometry of *Piona uncata* Koenoke, 1888 females (Hydrachnidae : Pionidae) collected from two protected sites in Annaba (Algeria). *Annals of Biological Research*. 4 (4), p. 23-28.

**Bendali S.F., Oudainia. W., Benmalek. L., Tahar. A & Soltani. N. 2013.** Morphometry of *Culex pipiens pipiens* Linneus , 1758 (Dipterae;Culicidae) principal vector of West Nile Virus, harvested from 2 zones, humid, semiarid (East of Algeria). *Annals of Biological Research*. 4 (10):79-86.

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

**Berchi, S., 2000.** Résistance de certaines population de *Culex pipiens* l. Au malathion a Constantine. (Algérie). *Bul. Soc. Ent . France.*, 105 (2): 125-129.

**Boudjellida H., Bouaziz A., Soïn T., Smmaghe G & Soltani N. 2005.** Effects of ecdysone halofenozide against *Culex pipiens*. *Pest. Biochem and physiol.* 83: 115-123.

**Böttger, K. P. Martin. 2003.** On the morphology and parasitism of *Arrenurus globator* (O.F. Müller, 1776) (Hydrachnidia, Acari) a water mite with an unusually extensive host spectrum. *Acarologia* 43: 49-57.

**Casida J.E., Quistad G.B., 1998.** Golden age of insecticide research: Past, present, or future. *Annual Review of Entomology* 43: 1-16.

**Chabi Y, 1998.** Biologie de la reproduction des mésanges dans les chênaies du Nord-Est de l'Algérie. Thèse de doctorat. Université d'Annaba, 162p.

**Chovanec A. & Raab R 1997.** Dragon flies (Insecta, Odonata) and the ecological status of newly created wetlands. Ex amples for long-term bioindication programmes. *Limnologica* 27:381-392.

**Cook, D. R. 1974.** Water mite genero and subgenera. *Mem. Amer. Ent. Inst.* 21: 860 pp.

**Conroy, J.C. 1982 a.** *Mesobates churchillensis* n.sp., a new species of water mite from Churchill, Manitoba (Acari: Hygrobatidae). *International Journal of Acarology* 8: 55-57.

**Conroy, J.C. 1982 b.** New or interest ing water mites (Acari: Hydrachnellae) from the ponds in the Fort Whyte Nature Reserve. *International Journal of Acarology* 8: 63-79.

**Conroy, J.C. 1984 a.** *Limnesia cooki* n. sp. and *Piona habeebi* n. sp., two new species of water mites (Acari: Hydrachnellae) from western Canada. *Acarologia* 25: 191-194.

**Conroy, J.C. 1984 b.** Descriptions of the males of *Limnesia cooki* Conroy and *Piona triangularis* (Wolcott) from Wisconsin (Acari, Hydrachnellae, Limnesiidae, Pionidae). *International Journal of Acarology* 10: 145-148.

**Conroy, J.C. 1985.** Four new species of water mite in the subgenus *Arrenurus* from North America (Acari: Hydrachnellae: Arrenuridae). *Canadian Journal of Zoology* 63: 2416-2421.

**Conroy, J.C. 1991 a.** New species in the genus *Sperchonopsis* in North America with a description of a new subgenus, *Sperchonopsella*. *Acarologia* 32: 29-39.

**Conroy, J.C. and W.B. McKillop. 1984.** Water mites from the Opoyastin River, near Cape Tatnum, Manitoba, with a description of the male of *Hydrachna* (*Diplohydrachna*) *microscutata* Marshall (Acari, Hydrachnidae). *International Journal of Acarology* 10: 39-42.

**Cook, D.R. 1959.** Studies on the Thyasinae of North America (Acarina: Hydryphantidae). *American Midland Naturalist* 62: 402-428.

**Cook, D.R. 1963 a.** Omartacaridae, a new family of water mites from the ground waters of North America. *Entomological News* 74: 37-43.

**Cook, D. R., Smith I. M., Smith B. P., 2001.** Water mites (Hydrachnida) and other arachnids. In *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*, Chapter 16, pp 551-659. 2nd edition, edited by J H Thorp and A P Covich. Academic Press, pp 1056.

**Couturier, G., Boussinguet J. & dosso H., 1985.** Recherche entomologique dans les écosystèmes forestiers africains. Pnue-Iet-Orstom-Rab-Unesco Mab, 152 p.

**Daget, P. 1976.** Les modèles mathématiques en écologie. (ed). Masson. Paris. P 172.

**Dagnélie, P. 1970.** Théorie et méthodes statistiques: applications agronomiques (Vol. 2). Gembloux, Pesses agronomiques. 451 p.

**Dagnélie, P. 1986.** Analyse statistique à plusieurs variables. Gembloux, Pesses Agronomiques.: 362 p.

**Dagnélie, P. 2006.** Statistique théorique et appliquée. Tomme 2: In férences à une et à deux dimensions. Bruxelles-université de Boeck et Larcier 659 p.

**Dahmani, S. & Morel, J.P. 1993.** Mosaiques d'Hippone, le musée d'Hippone Annaba, p04.

**D'Amico F, Darblade S, Avignon S, Blanc-Manel S & Ormerod S.J . 2004.** Odonates as indicators of shallow lake restoration by liming: comparing adult and larval responses. *Restoration Ecology* 12:439-446.

**Davids, C. 1997 c.** Non English Watermijten als parasieten van libellen. *Brachytron* 1: 51-55.

- De Belaire, G. 1990.** Structure fonctionnement et perspectives de gestion de quatre écosystèmes lacustres et marécageux (El Kala, Est Algérien) thèse de doctorat, UNIV Montpellier II, 200p.
- Dajoz R. 1971.** Précis d'écologie. (ed) Dunod. Paris, pp: 434.
- De Barjac H. 1978 a.** Une nouvelle variété de *Bacillus thuringiensis* très toxique pour les moustiques: *B. thuringiensis* var. *israelensis* sérotype H14. C.R. Hebd. Séances Acad.Sci (D), Paris, 286 : 797-800.
- De Barjac H. 1978 b.** Un nouveau candidat à la lutte biologique contre les moustiques : *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* . *Entomophaga*, 23: 309-313.
- De Barjac H. 1978 c.** Etude cytologique de l'action de B.t.i. sur les larves de moustiques. C. R. Hebd. Séance Acad. (D), Paris, 286 : 1629-1632.
- De Barjac H., Moulinier C., Couprie B., Giap G., Badin L. & Mas J.P. 1980.** Evaluation en gîte naturel de l'activité larvicide du sérotype H14 de *Bacillus thuringiensis* sur les Culicidés. Bull. Soc. Exot., 73, PP 315-321.
- Di Sabatino, A., Gerecke, R., Martin, P., 2000b.** The Biology and ecology of lotic water mites.
- Tine-Djebbar F. & Soltani N. 2008.** Activité biologique d'un agoniste non stéroïdien de l'hormone de mue sur *Culiseta longiareolata*: analyses morphométrique, biochimique et énergétique. Synthèse 18, p. 23-34.
- Djebbar F .2009 .** Bioécologie des moustiques de la région de Tébessa et évaluation de deux régulateurs de croissance ( halofenozide et methoxyfenozide ) a l'égard de deux espèces de moustiques *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*: toxicologie , morphométrie , biochimie et reproduction . Doc .es . Sciences, Université d'Annaba 170 p.
- Tine-Djebbar F., Larhem A.B. & Soltani N. 2011.** Enzyme immunoassay measurements of the molting hormone in different post-embryonic stages of two mosquito species, *Culex pipiens* and *Culiseta longiareolata*. African Journal of Biotechnology 10(67), p. 15195-15199.
- Ferradas, B.E.R. de. 1987.** Non English Acaros acuáticos patagónicos (Acari, Hydrachnidia). I. Embalse Exequiel Ramos Mexía (Argentina, Neuquén). Studies on Neotropical Fauna and En 41.

**Forbes, M.R.L. 1991.** Ectoparasites and mating success of male *Enallagma ebrium* damselflies (Odonata: Coenagrionidae). *Oikos* 60: 336-342.

**Gehu J.M., Kaabeche M., Ghazoulir. 1993.** Phytosociologie et typologie des habitats des rives des lacs de la région d'El Kala (Algérie) *Coll.Phyto.Soc. XXII.* : 297-329.

**Gledhill T. 1985.** Water mites predators and parasites. In: Fifty-third annual report for the year ended 31st March 1985. Ambleside, UK, Freshwater Biological Association, pp.45-59. (Annual Report, Freshwater Biological Association, Ambleside).

**Gledhill, T. 1967.** *Atractides latipalpis* (Mot. & Tan.) a phreaticolous water-mite (Hydrachnellae, Acari) new to Britain. *Naturalist* 901: 51-54.

**Gledhill, T. 1969.** Some observations on the phreaticolous water-mite *Neoacarus hibernicus* Halbert (Hydrachnellae, Acari). *Proceedings of the 2nd International Congress of Acarology, 1967:* 75-80.

**Gledhill, T. 1971.** The genera *Azugofeltria*, *Vietsaxona*, *Neoacarus* and *Hungarohydracarus* (Hydrachnellae: Acari) from the interstitial habitat in Britain. *Freshwater Biology* 1: 61-82.

**Gledhill, T. 1973 a.** The water-mites (Hydrachnellae, Acari) of a stony stream. *Proceedings of the 3rd International Congress of Acarology 1971:* 159-167.

Gros H. 1904. Sur un acarien parasite des Anophèles. *C.R. Scian. C. Soc. Biol.* 56: p56-57.

**Gsell, S. 1997.** Atlas Archéologique d'Algérie, tome 02, F 09.

**Habeeb, H. 1958 a.** North American Hydrachnellae. XLVIII- L. Leaflets of Acadian Biology 17: 1-2.

**Himmi, O. 1991.** Culicidae (Diptera) du Maroc: Clé de détermination actualisée et étude de la dynamique et des cycles biologiques de quelques populations de la région de Rabat-Kénitra. Thèse 3ème cycle. Univ. Med V, Fac. Sci; Rabat, 185 pp.

**Himmi, O.1998.** Les culicides (Insecte, Dipteres) du Maroc : systématique, Ecologie et Etudes Epidemiologiques Pilotes. Thèse de Doctorat d'Etat en Biologie, spécialité Ecologie. Hydrachnellae) in freshwater communities. J. N. Amer. Benthol. Soc. 8: 100-111.

**Himmi, O. 2007.** Les culicides (Insecte, Dipteres) du Maroc : systématique, Ecologie et Etudes Epidemiologiques Pilotes. Thèse de Doctorat d'Etat en Biologie, spécialité Ecologie.

**Imamura, T. 1959 a.** Water-mites (Hydrachnellae and Porohalacaridae) from the subterranean waters of Akiyoshi-dai Karst, Japan. Japanese Journal of Zoology 12: 251-255.

**Imamura, T. 1970 a.** Subterranean water mites (Limnohalacarinae and Hydrachnellae) of the Tsushima Islands. Bulletin of the National Science Museum, Tokyo 13: 249-262.

**Imamura, T., Mitchell. R.D. 1967.** The water mites parasitic on the damselfly, *Cercion hieroglyphicum* Brauer. I. Systematics and life history. Annotationes Zoologicae Japonense.

**Kethley, J. 1982** Acariformes. pp. 117-146 in: S.P. Parker (editor). Sclassification of living organisms. Vol Chromosoma 8: 719-729.

**Kaufman, P.E., Mann R.S., Butler J.F. 2011.** Insecticidal potency of novel compounds on multiple insect species of medical and veterinary importance. Pest. Manag. Sci. 67:26-35.

**Krantz G.W. 1975.** A manuel of acarology O.S.U. Book stores, inc. Carvallis, oregon lith. U.S.A.

**Krantz G.W. 1978.** A manuel of acarology 2nd = 2dition. Oregur state Univ. Book stores, inc, corvalles, U.S.A.

**Lanciani, C. A., Boyt A. O., 1977.** The effect of a parasitic water mite, *Arrenurus pseudotennicollis* (Acrid; Hydracuellae) on the survival and reproduction of the mosquito *Anopheles crusians* (Diptera: Culicidae). j. Med. Entomol., 14:10-15.

- Larget I. De Barjac H. 1981.** Activité comparée de 22 variétés de *Bacillus thuringiensis* sur trois espèces de Culicidae. *Entomophaga* 26 (2): 143-148.
- Lacey, L. Orrb, A. 1994.** The role of biological control of mosquitoes in integrated vector control. *American Journal of Tropical Medicine & Hygiene*, 50 (6 Suppl.): 97-115.
- Lecointre, G. 2001.** Hervé Le Guyader, Classification phylogénétique du vivant, Belin. Arthropodes . Wikipedia Ferradas 1987.
- Lundblad, O. 1926 a.** Zur Kenntnis der Quellhydracarinen auf Mpens Klint, nebst einigen Bemerkungen über die Hydracarinen der dortigen stehenden Gewässer. *Det Kungliga Danske Videnskabernes Selskab, Biologiske Meddelelser* 6: 102 pp.
- Lundblad, O. 1927.** Die Hydracarien Schwedens. I. Beitrag zur Systematik, Embryologie, Ökologie und Verbreitungsgeschichte der Schwedischen. Arten. *Zool. Bidr. Upps.*, 11, 185-540.
- Morin, A. 2002.** Note de cour: les Arthropodes. *Biologie U.d'Ottawa*.
- Moritz, M. 1993.** Unterstamm Arachnata. – In: Gruner, H.-E. (ed.): *Lehrbuch der Speziellen Zoologie* (begr. von A. Kaestner). 4.ed., Bd. 1: Wirbellose Tiere. 4. Teil: Arthropoda. – G. Fischer Verlag, Jena. 64 – 442
- Mitchell, R.D. 1958 a.** The evolution of exoskeletons and mite phylogenie. *Proceedings of the 10th International Congress of Entomology*, 1956: 863-865.
- Motaş, C. 1929.** Sur le développement postembryonnaire de *Calonyx brevivalpis* (Maglio) et sur les affinités des Protziidae. *Annales Scientifiques de l'Université de Jassy* 16: 250-262.
- Mullen, G.R. 1974 a.** Acarine parasites of mosquitoes. II. Illustrated larval key to the families and genera of mites reportedly parasitic on mosquitoes. *Mosquito News* 34: 183-195
- Münchberg, P. 1936 b.** Non English Zur Kenntnis der Larven parasitismus der Thyasinae (Hydracarina), zugleich ein Beitrag über Schmarotzer der Limnobiinae (Diptera). *Internationale Revue der Gesamten Hydrographie* 33: 313-326.

**Münchberg, P. 1936** c. non English Über Libellenschmarotzer. Aus der Heimat, Stuttgart 49: 179-18.

**OMS., 1973.** Lutte antivectorielle en santé internationale. Genève, 156 pp.

**Palm, R. 2000.** L'analyse de la variance multivariée et l'analyse canonique discriminante : principes et applications. Notes stat. Inform. (Gembloux) 2000/1, 40 p.

**P.N.E.K 2011.** Le Parc National d'El Kala.

**Paoletti, M. G., Pimentel, D. 2000.** Environmental risks of pesticides versus genetic engineering for agricultural pest control. Journal of Agricultural & Environmental Ethics 12 (3): 279-303.

**Pasteur, N., Rioux, J. A., Guilvard E., Pech-Perieres M. J. Verdier J. M. 1977.** Existence chez *Aedes (Ochlerotalus) detritus* (Haliday, 1833) (Diptera-Culicidae) de Camargue de deux formes sympatriques et sexuellement isolées (espèces jumelles). Ann. Parasitol., 52, pp. 325-337.

**Perrier, R. 1979.** La faune de la France illustrée II Arachnidés et Crustacés. Imprimé en Belgique.- JOS ADAM.-Bruxelles. N°d'éditeur : 5122, pp8-84-86.

**Peyrusse, V. Bertrand, M. 2001.** Les acariens aquatiques de France. Insectes 123, 4 : 3-6.

**Prasad, V., Cook, D. R. 1972.** The taxonomy of water mite larvae. Memoirs of the American Entomolog pp.

**Proctor, H. C. 1991.** The evolution of copulation in water mites: a comparative test for nonreversing characters. Evolution 45: 558-567.

Proctor, H. C. 1992. Mating and spermatophore morphology of water mites (Acari:Parasitengona). Zoological Journal of the Linnean Society 106:341-384.

**Proctor, H., Pritchard, G. 1989.** Neglected predators: water mites (Acari: Parasitengona: Hydrachnellae) in freshwater communities. J. N. Amer. Benthol. Soc 8: 100-111.

- Remy P. 1979.** La faune de la France illustrée II Arachnids crustacés. Imprimé en Belgique.- JOS ADAM.-Bruxelles. N°d'éditeur : 5122, pp8-84-86.
- Rhodain, F., Perez, C., 1985.** Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Paris: MaloinS. A., 458p.
- Rioux, J. A. 1958.** Les Culicides du Midi Méditerranéen. P. Lechevalier, édit., 303p
- Schaffner, F., Angel, G., Geoffroy, B., Hevry, J. P., Rhaiem, A. Brunhes J. 2001.** Moustique.
- Seltezer P, 1946.** Le climat de l'Algérie. La typo. Lith. 220 p.
- Sergent, E., sergent, E. 1904.** Note sur les Acariens parasite des anophèles .C.R. Séance Soc. Biol .56 :100-102.
- Smith I. M. 1976.** A study of the systematic of the water mite family pionides;(prostigmata: parasitengona). Mémoire of the enthomological society of Canada. N°98. P172-174.
- Smith, I. M. 1978.** with comments on phylogeny in the superfamily. Canadian Entomologist 110: 957-10.
- Smith, 1983.** The potential of mites as biological control agents of mosquitoes, in “Research needs for development of biological control of pest by mites”, (M. Hoy, G. Cunnigham and L. Knutson, eds.) pp. 79-85, Agric. Exp. Stn. Univ. Calif., USA.
- Smith, I. M. Oliver, D. R. 1986.** Review of parasitic associations of larval water mites (Acari: Parasitengona: Hydrachnida) with insect hosts. Canadian Entomologist, 118, 407–472.
- Smith, B. P. 1988.** Host-parasite interaction and impact of larval water mites on insects. Annual Review of Entomology, 33, 487–507.
- Smith, H., H. van der Hammen. 1990 a.** Taxonomic notes on some Arrenurus species (Acari: Hydrachnellae). Entomologische Berichten 50: 52-55
- Smith, I. M., Cook, D.R. 1991.** Water mites. Ecology and classification of North fresh invertebrates: Academic Press. San Diego., pp: 151-159.

- Smith I.M., Cook D.R. & Smith B.P. 2001.** Water mites. In: Ecology and Classification of North American Freshwater.
- Soltani, N., Lachekhab, H., Smaghe, G. 2009.** Comm. Appl. Biol. Sci., 74(1), 137-141.
- Sparing, I. 1959.** Non English Die Larven der Hydrachnellae, ihre parasitische Entwicklung und ihre Systematik. Parasitologische Schriftenreihe 10: 1
- Stechman, D. H. 1977 b.** non English Zur Morphologie mitteleuropäischer Arrenurus-Larven (Hydrachnellae, Acari). Acarologia 18: 503-518.
- Toubal, B.O, 1986.** Phytoécologie, biogeography et dynamique et principaux groupements végétaux du massif de l'Edough (Algérie Nord Orientale). Cartographie au 1/ 25000. U.S.T.M. Univ. Grenoble. Thèse. doc. 3ème cycle . 111p.
- Viets, K.H. 1955 a.** non English In subterranean Gewässern Deutschlands lebende Wassermilben (Hydrachnellae, Porohalacaridae und Stygothrombiidae). Archiv für Hydrobiologie 50: 33-63.
- Viets, K.H. 1936 a.** Non English Zoologische Ergebnisse einer Reise nach Bonaire, Curaçao und Aruba im Jahre 1930. No. 18. Halacariden aus Westindien. Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Ökologie und Geographie der Tiere
- Viets, K. O. 1987.** Die Milben des Subwassers (Hydrachnellae und Halacaridae, Acari). 2, Katalog, Sonderbande des Naturwiss. Vereins Hamburg, 8 : 1-1012.
- Walter, D.E., Proctor, H.C. 1999.** Mites: ecology, evolution and behavior. University of New South Wales Press, Sydney, New South Wales. 3: 488p.
- Walter, C. W. 1925 a.** Hydracariens de l'Algérie et de la Tunisie (Collections de M. H. Gauthier). Première liste. Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord. 16 :189-238.
- Wolcott, R.H. 1905 a.** Water mites and how to collect them. Bulletin of the Roger Williams Park M 11: 5 pp.
- Witte, H. 1991 a.** The phylogenetic relationships within the Parasitengonae. Modern Acarology 2: 171-182.

**Zaidi, N., Soltani N. 2011.** Environmental risks of two chitin synthesis inhibitors on *Gambusia affinis* chronic effects on growth and recovery of biological responses. *Biological control* 59 (2011) 106-113.

**Zawal, A. 2006 a.** Morphology of the larvae of three species of *Arrenurus* (Acari: Parasitengona : Arrenuridae). *Journal of Natural History* 40 (1-2): 8

**Zawal, A. 2006 b.** Larval morphology of *Arrenurus cupidifer* Piersig, *A. claviger* Koenike, and *A. latus* Barrois and Moniez (Acari: Hydrachnidia). *Zootaxa* 1256:55-68.

**Zawal, A. 2006 c.** Morphology of the larvae of *Arrenurus nodosus* Koenike, 1896 knauthel Koenike, 1895 and *A. stecki* Koenike, 1894 (Acari: Parasitengona: Arrenuridae). *Annals de Limnologie-International J* 42(3):197-204.

[www.Algérie-carte.jpg](#)

[www.iso.org.](#)

[www.jardin-aqueduc.fr.](#)

<http://www.escargots-jjbo.com/page-francais.htm> : site qui présente l'escargot, sa croissance, son rythme de vie, la reproduction, l'élevage, la commercialisation...

<http://www.escargot.fr/> : autre site qui présente divers aspects de l'héliciculture.

## Annex

**Tableau 1:** Matrice des corrélations linéaires des 05 variables de la station 1 des Ruines Romaines prises deux à deux.

**Corrélations : N; PH; T; Cod; O<sub>2</sub> Station 01 Annaba**

	N	PH	T	COND
PH	0,365 (0,334)			
T	-0,444 (0,231)	-0,756* (0,018)		
COND	-0,678* (0,045)	-0,277 (0,471)	0,498 (0,172)	
O <sub>2</sub>	0,399 (0,287)	0,038 (0,923)	-0,612 (0,080)	-0,421 (0,260)

**Tableau 2:** Matrice des corrélations linéaires des 05 variables de la station 2 des Ruines Romaines prises deux à deux.

**Corrélations : N; PH; T; Cod; O<sub>2</sub> Station 02 Annaba**

	N	PH	T	COND
PH	-0,124 (0,750)			
T	0,268 (0,486)	-0,466 (0,206)		
COND	0,019 (0,962)	-0,761* (0,017)	0,498 (0,172)	
O <sub>2</sub>	-0,051 (0,895)	0,014 (0,971)	-0,612 (0,080)	-0,421 (0,260)

**Tableau 3:** Matrice des corrélations linéaires des 05 variables de la station 3 des Ruines Romaines prises deux à deux.

**Corrélations : N; PH; T; Cod; O<sub>2</sub> Station 03 Annaba**

	N	PH	T	COD
PH	0,329 (0,387)			
T	-0,600 (0,088)	-0,805** (0,009)		
COD	0,128 (0,743)	-0,179 (0,644)	-0,050 (0,898)	

O2	0,277	0,524	-0,694*	-0,377
	(0,470)	(0,147)	(0,038)	(0,318)

**Tableau 4:** Matrice des corrélations linéaires des 05 variables de la station 4 des Ruines Romaines prises deux à deux.

**Corrélations : N; PH; T; Cod; O<sub>2</sub> Station 04 Annaba**

	N	PH	T	COND
PH	0,437 (0,239)			
T	-0,789* (0,011)	-0,729* (0,026)		
COND	0,156 (0,689)	-0,494 (0,177)	0,172 (0,658)	
O2	0,160 (0,681)	0,745* (0,021)	-0,550 (0,125)	-0,551 (0,124)

**Tableau 5:** Matrice des corrélations linéaires des 05 variables de la station 5 des Ruines Romaines prises deux à deux.

**Corrélations : N; PH; T; Cod; O<sub>2</sub> Station 05 Annaba**

	N	PH	T	COD
PH	0,319 (0,403)			
T	-0,517 (0,154)	-0,725* (0,027)		
COD	0,103 (0,792)	-0,566 (0,112)	0,252 (0,513)	
O2	0,395 (0,293)	0,711* (0,032)	-0,446 (0,229)	-0,347 (0,360)

**Tableau 6:** Matrice des corrélations linéaires des 05 variables de la station 6 des Ruines Romaines prises deux à deux.

**Corrélations : N; PH; T; Cod; O<sub>2</sub> Station 06 Annaba**

	N	PH	T	COND
PH	0,235 (0,542)			
T	-0,844*** (0,004)	-0,468 (0,204)		
COND	-0,555 (0,121)	-0,241 (0,532)	0,215 (0,578)	
O2	0,218 (0,574)	0,225 (0,561)	-0,461 (0,211)	-0,045 (0,908)

**Tableau 7 :** Matrice des corrélations linéaires des 05 variables de la station 1 du lac Tonga prises deux à deux.

**Corrélations : N; PH; T; Cod; O<sub>2</sub> : Station 1 Tonga**

	<b>N</b>	<b>PH</b>	<b>T</b>	<b>CON</b>
PH	0,716* (0,030)			
T	-0,870** (0,002)	-0,766** (0,016)		
CON	-0,621 (0,074)	-0,771** (0,015)	0,773** (0,015)	
OX2	0,249 (0,519)	0,247 (0,522)	-0,423 (0,257)	-0,359 (0,343)

**Tableau 8 :** Matrice des corrélations linéaires des 05 variables de la station 2 du lac Tonga prises deux à deux.

**Corrélations : N; PH; T; Cod; O<sub>2</sub> Station 02 Tonga**

	<b>N</b>	<b>PH</b>	<b>T</b>	<b>COD</b>
PH	0,457 (0,216)			
T	-0,811** (0,008)	-0,713* (0,031)		
COD	-0,318 (0,404)	-0,513 (0,158)	0,605 (0,084)	
Ox2	0,219 (0,572)	0,167 (0,669)	-0,368 (0,330)	-0,367 (0,332)

**Tableau 9 :** Matrice des corrélations linéaires des 05 variables de la station 3 du lac Tonga prises deux à deux.

**Corrélations : N; PH; T; Cod; O<sub>2</sub> Station 03 Tonga**

	<b>N</b>	<b>PH</b>	<b>T</b>	<b>CON</b>
PH	0,552 (0,123)			
T	-0,735** (0,024)	-0,875** (0,002)		
CON	-0,459 (0,214)	-0,181 (0,641)	0,527 (0,144)	
o2	0,110 (0,779)	0,321 (0,400)	-0,451 (0,222)	-0,191 (0,622)

**Tableau 10 :** Matrice des corrélations linéaires des 05 variables de la station 4 du lac Tonga prises deux à deux.

**Corrélations : N; PH; T; Cod; O<sub>2</sub> Station 04 Tonga**

	N	PH	T	COD
PH	0,206 (0,594)			
T	-0,509 (0,161)	-0,668* (0,049)		
COD	-0,492 (0,178)	0,036 (0,928)	0,562 (0,115)	
OX2	(0,012) (0,975)	0,577 (0,104)	-0,717* (0,030)	-0,392 (0,297)

**Tableau 11 :** Matrice des corrélations linéaires des 05 variables de la station 5 du lac Tonga prises deux à deux.

**Corrélations : N; PH; Cod; O<sub>2</sub> Station 05 Tonga**

	N	PH	T	COND
PH	0,597 (0,089)			
T	0,502 (0,158)	0,679 (0,065)		
COND	-0,260 (0,499)	-0,629 (0,069)	0,560 (0,114)	
OX2	0,272 (0,478)	0,609 (0,082)	-0,440 (0,218)	-0,810*** (0,008)

**NB :** les valeurs entre parenthèse correspondent à la valeur de la probabilité p



**Les tableaux de la biométrie des larves de *Piona uncata* récoltée au niveau des Ruines Romaines**

**Tableau 13:** Biométrie du corps, le gnatosome et la plaque excrétrice (N: nombre d'individus total=20; m±s; unité: µm)

Paramètres Critères	longueur	Largeur
Corps entier	683,02 ± 55,27	531,08 ±45,23
Gnatosome	249,92 ± 37,54	192,41±34,00
Plaque excrétrice	104,37 ± 18,59	177,50 ±45,96

**Tableau 14:** Biométrie des coxa (N= 20 ; m±s ; unité : µm).

Paramètres Coxa	longueur	Largeur
Coxae 1	113,60±31,25	132,05±±20,14
Coxae 2	122,12±26,22	171,82±30,87
Coxae 3	291,81±50,15	225,07±39,17

**Tableau 15:** Biométrie des différents segments des trois pattes (N=20 ; m ± s ; unité : µm ; S : segments).

Segments Pattes	S1	S2	S3	S4	S5
patte 1	71,71±9,75	96,56±10,90	110,76±17,6	136,77±12,71	166,66±21,08
Patte 2	78,10±10,80	97,27±13,5	111,47±13,25	150,52±15,56	219,39±16,27
Patte 3	79,52±14,86	102,95±11,17	121,41±14,91	159,75± 17,77	217,97±26,58

**Les tableaux de la biométrie des adultes de *Piona uncata* récoltée au niveau des Ruines Romaines**

**Tableau 16:** Biométrie du corps et de la plaque génitale (N=20 ; m ± s ; unité : µm).

Paramètres Critères	Longueur	Largeur
Corps entier	2533±317	2259±264
Plaque génitale	266±39	255±50

**Tableau 17:** Biométrie des pédipalpes droit et gauche (N=20 ; m±s ; unité : µm ; S: segments).

Segments Pattes	Segment1	Segment2	Segment3	Segment4	Segment 5
Longueur du Pédipalpe droit	157±79	369±113	355±95	506±120	318±71
Longueur du Pédipalpe gauche	221±109	381±121	316±87	466±143	274±42

**Tableau 18:** Biométrie des coxa (N=20 ; m±s ; unité : µm).

Paramètres Coxa	Longueur	Largeur
Coxae 1	263±49	489±127
Coxae 2	269±66	539±100
Coxae 3	302±34	685±132
Coxae 4	600±151	774±192

**Tableau 19:** Biométrie des quatre pattes (N=20 ; m±s ; unité : μm ; S : segment).

Segments Pattes	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5	Segment 6
Patte 1	201,2±65,8	385,0±94,3	422,1±73,0	699,7±91,9	776,3±84,2	626,5±72,2
Patte 2	223,3±68,3	398,4±89,9	467,0±122, 9	734,5±123, 6	813,8±140, 6	658,9±112, 7
Patte 3	179,6±94,3	397,6±161, 1	456,8±136, 4	664,3±234, 3	798,3±202, 9	570,4±209, 4
Patte 4	250,1±106, 3	423,6±94,9	501,6±221, 5	645,3±265, 2	771,0±175, 6	699,3±190, 8

**Les tableaux de La biométrie des larves de *Piona uncata* récoltée au niveau du lac Tonga**

**Tableau 20:** Biométrie du corps; gnatosome et plaque excrétrice (N=20 ; m±s ; unité: μm).

Paramètres Critères	longueur	Largeur
Corps entier	762,54±41,49	630,63±70,12
Gnatosome	276,19±28,58	200,93±23,16
Plaque excrétrice	128,50±17,53	220,10±34,01

**Tableau 21:** Biométrie du corps; gnatosome et plaque excrétrice (N=20 ; m±s ; unité : μm).

Paramètres Critères	longueur	Largeur
Corps entier	762,54±41,49	630,63±70,12
Gnatosome	276,19±28,58	200,93±23,16
Plaque excrétrice	128,50±17,53	220,10±34,01

**Tableau 22:** Biométrie des trois pattes (N=20 ; m±s ; unité : µm).

Segments Pattes	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5
patte 1	73,13±8,34	96,56±9,88	111,47±18,59	141,29±13,41	168,27±24,9 3
Patte 2	77,39±10,78	93,72±13,35	110,76±12,70	148,39±14,18	213,00±13,8 2
Patte 3	79,52±10,71	100,82±13,74	110,05±12,08	156,20±12,19	219,39±22,7 9

**Les tableaux de la biométrie des adultes de *Piona uncata* récoltée au niveau du lac Tonga**

**Tableau 23:** Biométrie du corps et de la plaque génitale (N=20 ; m±s ; unité : µm).

Paramètres Critères	Longueur	Largeur
Corps entier	2661,1±454,6	2646,9±452,4
Plaque génitale	285,4±33,2	307,4±34,9

**Tableau 24:** Biométrie des pédipalpes droit et gauche (N=20 ; unité : µm ; S: segments).

Critères	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5
Longueur des Pédipalpe droite	246,7±106,4	309,7±53,4	298,2±31,8	487,0±112,6	286,4±35,9
Longueur des Pédipalpe gauche	245,6±103,6	328,2±56,1	292,7±55,1	489,9±73,9	283,2±30,2

**Tableau 25:** Biométrie des coxa (N=20; m±s; unité: µm).

Paramètres Coxa	Longueur	Largeur
Coxae 1	272,6±134,9	625,5±128,7
Coxae 2	279,7±91,9	597,8±115,7
Coxae 3	259,2±96,0	658,9±138,2
Coxae 4	584,3±123,6	778,2±100,5

**Tableau 26:** Biométrie des pattes (N=20; m±s; unité:  $\mu\text{m}$ ).

Pattes	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5	Segment 6
Patte 1	252,3±43,1	374,9±58,3	414,0±60,7	648,0±71,5	757,8±52,1	667,4±55,2
Patte 2	280,5±49,6	375,2±52,3	446,2±57,1	722,0±71,7	822,1±89,8	692,6±56,1
Patte 3	290,0±66,2	370,7±48,9	411,1±227,9	608,4±131,9	755,6±197,3	487,3±163,1
Patte 4	364,0±47,6	422,3±81,7	397,6±137,4	666,7±168,4	803,4±128,8	702,5±78,4

## Production Scientifique

### Publication (1)

F. Bendali-Saoudi, H. **Gacem** and N. Soltani

Morphometry of *Piona uncata* Koenike, 1888 Females (Hydrachnidiae: Pionidae) collected from two Protected Sites in Annaba (Algeria). *Annals of Biological Research*, 2013, 4 (4): 23-28.

### Publication (2)

**H. Gacem\***, F. Bendali-Saoudi\*\* and N. Soltani\*\*

Ecological study of some species of water mites (Acari; Hydrachnidia) newly identified harvested at the extreme North-eastern Algeria. *Annals of Biological Research*, 2013, 4 (6):230-235.

### Publication (3)

Fatiha Bendali-Saoudi (1), **Habiba Gacem** (2) & Nouredine Soltani (1)

Inventaire des Hydracariens dans le lac Tonga (Algérie). *Entomologie Faunistique – Faunistic Entomology*, 2014, 67 109-117

### Communication (6)

Congrès Euro- Méditerranéen Biodiversité Animale et Ecologie de la Santé 15 – 18 octobre 2011, Annaba.

**H.Gacem**<sup>2</sup> ; F.Bendali<sup>1</sup> ; W.Oudainia<sup>2</sup> ; N.Laouabdia<sup>3</sup> ; N.Soltani<sup>1</sup>  
Inventaire des hydracariens dans les Ruines Romaines (Annaba).

1<sup>ère</sup> Annonce des 3<sup>èmes</sup> journées scientifiques de l'Association Tunisienne de Toxicologie (ATT)  
Sousa 18-19-20/12/2011

**H.Gacem**<sup>2</sup> ; F.Bendali<sup>1</sup> ; W.Oudainia<sup>2</sup> ; N.Laouabdia<sup>3</sup> ; N.Soltani<sup>1</sup>

Lutte biologique contre les moustiques : evaluation du potentiel de predation de quelques espèces d'hydracariens.

1<sup>ère</sup> Annonce des 3<sup>èmes</sup> journées scientifiques de l'Association Tunisienne de Toxicologie (ATT)

Tabarka : 03-05/02/2012

**H.Gacem**<sup>2</sup> ; F.Bendali<sup>1</sup> ; W.Oudainia<sup>2</sup> ; N.Boudemagh<sup>1</sup> ; N.Soltani<sup>1</sup>

Effet du *Bacillus thuringiensis israelensis* sur deux population non ciblées les hydracariens  
(Pionidae : *Piona*) et les poissons d'eau douce (*Gambusia affinis*).

Le 23<sup>ème</sup> Forum des Sciences Biologiques et de Biotechnologie à Hammamet

du 21 au 24 mars 2012.

**H.Gacem**<sup>2</sup> ; F.Bendali<sup>1</sup> ; W.Oudainia<sup>2</sup> ; N.Laouabdia<sup>3</sup> ; N.Soltani<sup>1</sup>

Monographie et biométrie des adultes femelles et des larves de *Piona uncata* (Hydracariens) au  
niveau des Ruine Romaine (Annaba).

Séminaire Marrakech.

Bendali F.<sup>1</sup> ; **Gacem H.**<sup>2</sup> ; Oudainia W.<sup>2</sup> ; Laouabdia-Sellami N.<sup>3</sup> ; Soltani N.<sup>1</sup>.

Etude comparative de la Biométrie et la chétotaxie des larves d'une espèce anticulicidienne *Piona uncata* Koenike, 1888, récoltées au niveau de deux sites protégés situés au Nord-est de l'Algérie  
(*Hydrachnidia* ; *Pionidae*).

1<sup>ère</sup> Annonce des 3<sup>èmes</sup> journées scientifiques de l'Association Tunisienne de Toxicologie (ATT)

Tabarka : 03-05/02/2012

Oudainia W.<sup>2</sup> ; Bendali F.<sup>1</sup> ; **Gacem H.**<sup>2</sup> ; Laouabdia-Sellami N.<sup>3</sup> ; Soltani N.<sup>1</sup>.

Répartition des Culicidae de la région d'Oum El Bouagui (Est Algérien) selon les conditions  
physico-chimique de l'eau.

