

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSIEGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 08 MAI 1945 DE GUELMA

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE DE VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

Département d'écologie et génie de l'environnement



Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magister en biologie

Option : Biodiversité et conservation des zones humides

Thème

**Contribution à l'étude des Gastéropodes et des Culicidés
de l'Est-algérien**

Présenté par : Hadjoudj Saida

Devant le jury :

Président : Samraoui Boudjemâa	Pr	Université de Guelma
Promoteur : Chakri Khemissa	M.C.A	Université d'Annaba
Examineur : Menäï Rachid	M.C.A	Université de Guelma
Examineur : Baaziz Nacer	M.C.A	Université de Constantine

Année universitaire : 2011-2012

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Madame **Chakri K.** Maitre de conférences à l'Université d'Annaba pour avoir accepté de diriger et suivre de très près ce travail.

Je remercie le professeur à l'Université de Guelma **Samraoui B.** pour m'avoir proposé le sujet et également d'avoir bien voulu présider ce jury, malgré ses nombreuses préoccupations.

Ma sincère gratitude va à Monsieur **Menai R.** Maitre de conférences à l'Université de Guelma pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Je tiens par ailleurs à exprimer ma très considération et mes sincères remerciements à **Baaziz N.** Maitre de conférences à l'Université de Constantine qui a accepté d'examiner ce travail.

Nos respects et un grand remerciement vont à monsieur **Nedjah R., Touati L., Madame Samraoui F., Cherairia Aouissi M., Khelifa R., Dergali L., Bouhala Z., Berrak H., Malek (bibliothèque d'Annaba).**

Enfin à tous les étudiants de 2^{ème} année Magister (**Abed El Djalil, Amine, Sana, Nadia, Amina, Nadjwa, Nouara**) et tous ceux qui de près ou de loin ont participé à l'élaboration directe ou indirecte de ce modeste travail.

Sommaire

Introduction	01
Chapitre 1 : Présentation des sites d'étude	04
1. 1. Situation géographique.....	04
1. 1. 1. Présentation de la Numidie orientale.....	04
1.1.2. Présentation de la région d'El-Kala.....	04
1. 1. 3. Présentation du parc nationale d'El-Kala (P.N.E.K).....	05
1. 2. Climatologie.....	07
1. 2. 1. La température.....	07
1. 2. 2. La pluviométrie.....	07
1. 2. 3. L'humidité.....	07
1. 2. 4. Les vents.....	07
1. 3. Bioclimat.....	09
1. 3. 1. Climmagrame d'Emberger.....	09
1. 3. 2. Diagramme ombro-thermique de Bagnouls et Gausсен.....	11
1. 4. Présentation des sites d'étude	13
1. 5. Description des sites d'étude.....	15
Chapitre 2 : Bioécologie des taxa étudiés	21
2. 1. Culicidés.....	21
2. 1. 1. Morphologie	21
2. 1. 2. Systématique.....	45
2. 1. 3. Biologie.....	52
2. 1. 4. Les moustiques et la transmission des maladies	56
2. 2. Gastéropodes	57
2. 2. 1. Morphologie.....	57
2. 2. 2. Systématique.....	61
2. 2. 3. Biologie.....	63
2. 2. 4. Les Gastéropodes et la transmission des maladies	66

Chapitre 3 : Matériel et Méthodes	67
3. 1. Matériel biologique.....	67
3. 1. 1. Culicidés.....	68
3. 1. 2. Gastéropodes.....	69
3. 2. Méthodes d'étude.....	71
3. 2. 1. Sur le terrain.....	71
a) Choix des sites	71
b) Echantillonnage.....	71
3. 2. 2. Au laboratoire.....	72
3. 3. Analyse des données.....	74
3. 3. 1. L'organisation d'un peuplement.....	74
3. 3. 2. La structure d'un peuplement.....	74
3. 3. 3. Analyse factorielle des correspondances.....	75
Chapitre 4: Résultats et discussion	77
4. 1. Influence des variables abiotiques sur les écosystèmes.....	77
4. 1. 1. La conductivité.....	77
4. 1. 2. La profondeur de l'eau.....	84
4.1.3. La température.....	91
4. 2. Inventaire des larves de Culicidés récoltés	94
4. 2. 1. Analyse générale	94
4. 2. 2. Description des espèces des larves de Culicidés inventoriées.....	96
4. 2. 3. Caractéristiques des espèces	101
4. 2. 3. 1. Richesse spécifique.....	101
4. 2. 3. 2. Abondance des espèces des larves de Culicidés inventoriées.....	103
4. 2. 3. 3. Evolution mensuelle des espèces des larves de Culicidés inventoriées Répartition.....	106
4. 2. 4. Répartition des espèces des larves de Culicidés inventoriées	109
4. 2. 4. 1. Répartition temporelle.....	109
4. 2. 4. 2. Répartition spatiale	110

4. 3. Inventaire de Gastéropodes récoltés.....	117
4. 3. 1. Analyse générale.....	117
4. 3. 2. Description des espèces des Gastéropodes inventoriées	120
4. 3. 3. Caractéristiques des espèces	126
4. 3. 3. 1. Richesse spécifique.....	126
4. 3. 3. 2. Abondance des espèces de Gastéropodes	131
4. 3. 3. 3. Evolution mensuelle de l'abondance des espèces inventoriées.....	133
4. 3. 4. Répartition des espèces de Gastéropodes	137
4. 3. 4. 1. Répartition temporelle.....	137
4. 3. 4. 2. Répartition spatiale	140
4. 3. 5. Traitement des données par l'A. F. C.....	147
Conclusion	156
Références bibliographiques	158
Résumés	

Introduction

Le Nord-est algérien et plus particulièrement la région d'El Kala possède un ensemble de zones humides unique au Maghreb par sa dimension et sa diversité : lacs, étangs, marais, oueds, mares. Ces dernières constituent un type de milieu singulier, la saisonnalité très irrégulière de leur cycle hydrologique leur confère une dynamique qui a toujours attiré l'attention des scientifiques (Grillas et Roche, 1997). Ces petits points d'eau, malgré leur petite taille, remplissent un rôle indéniable dans le fonctionnement des écosystèmes aquatiques. Ils hébergent une diversité faunistique et floristique exceptionnelle et servent de refuge à de nombreuses espèces menacées (Chakri, 2007).

Ces écosystèmes constituent un lieux de rencontre des populations aquatiques qui devront résister à la phase d'assèchement plus ou moins durable, et des populations terrestres qui devront résister à une phase de submersion. Ils offrent comme d'autres milieux aquatiques une végétation multi-strate, et fournissent des abris de nidification et d'hivernage pour les poules d'eau, les insectes aquatiques et de nombreux autres exemples de la faune et de la flore d'eau douce (Chaib, 2002).

En Algérie, l'étude de ce type de zones humides est relativement ancienne (Gautier, 1928). En 1996, un programme de recherche des mares temporaires de la Numidie, dans le nord-est algérien a été mis en place. Ces recherches, initiées par le « Laboratoire de Recherche des Zones Humides » (Université d'Annaba) (Layachi, 1997 ; Terki, 1997 ; Bounaceur, 1997 ; Mekki, 1998 ; Hammoudi, 1999 ; Metallaoui, 1999 ; Redaounia, 1999 ; Benslimane, 2001 ; Sebti, 2001 ; Chaib, 2002 ; Menai, 2005 ; Touati, 2008, Boucenna et Bouhala *et al.*, 2009) a pour objectif prioritaire l'évaluation de leur richesse biologique à travers l'analyse des groupements floristiques et faunistiques et l'amélioration des connaissances sur la structure et le fonctionnement des mares temporaires méditerranéennes.

Les mares offrent bien souvent des îlots de diversité faunistique remarquable, parmi les quelles, nous citons entre autre, les insectes et plus particulièrement les Culicidés et les Gastéropodes.

Les Culicidés constituent le groupe de vecteurs le plus important en santé publique humaine. Ils sont impliqués dans la transmission du paludisme, de la fièvre jaune et de la dengue, de nombreuses encéphalites arbovirales et des filarioses lymphatiques. Ils sont responsables de la transmission de nombreuses maladies parmi les populations d'amphibiens, de reptiles, d'oiseaux et de mammifères (Rodhain et Perez, 1985). A cela, il faut ajouter la nuisance qui résulte à la suite des piqûres et le poids économique considérable de ces problèmes de santé.

En raison de leur rôle importance dans la transmission d'agents pathogènes à l'homme comme aussi animaux, les moustiques ont donné lieu à une somme considérable de travaux depuis la fin de siècle dernier (Rodhain et Perez, 1985). Ils ont fait l'objet d'une revue par Grillas (1971) et ouvrage par Mattingly (1969).

La place importante qu'occupent également les Gastéropodes dans la transmission des maladies font d'eux un matériel d'étude important pour les biologistes. Ainsi, les Gastéropodes constituent un hôte intermédiaire pour plusieurs espèces de trématodes comme *Fasciola hépatica*, dont l'hôte intermédiaire est *Galba truncatula* (Tachet *et al.*, 2000).

En Algérie, peu de travaux ont été réalisés sur les Culicidés et les Gastéropodes comparativement à nos voisins Marocains qui demeurent les premiers dans le domaine de ces recherches. En effet, les Culicidés du Maroc ont fait l'objet de plusieurs publications (Himmi *et al.*, 1995 ; Trari *et al.*, 2002). Les Gastéropodes ont également fait l'objet d'un nombre de publications parmi les quelles nous citons celles de Ramdani *et al.*, (1987) et Piersma et Ramdani (1983).

Notre thèse vise à étudier la famille des Culicidés et la classe des Gastéropodes dans 26 mares temporaires de la Numidie pendant 3 cycles hydrologiques. Elle a pour objectifs :

- Faire l'inventaire des Culicidés et des Gastéropodes des mares temporaires,
- Préciser le statut des Culicidés et des Gastéropodes (abondance et répartition),
- Définir la phénologie des espèces des Culicidés et des Gastéropodes,
- Identifier les facteurs importants régissant la distribution des espèces des Culicidés et des Gastéropodes dans les mares.

La structure de notre thèse débutera par une introduction qui sera suivie du premier chapitre, la description générale des sites d'étude suivie du deuxième chapitre qui abordera la bioécologie des taxons étudiés (Culicidés et Gastéropodes) puis le troisième chapitre réservé aux matériel et méthodes utilisés. Enfin, les résultats de ce travail ainsi que leur discussion seront présentés au quatrième chapitre et nous terminerons par une conclusion.

Chapitre 1 : Présentation de la zone d'étude

1. 1. Situation géographique :

La Numidie, située dans le Nord-est algérien, est réputée pour ses zones humides qui sont réparties en deux grands complexes séparés par l'oued Seybouse : la Numidie orientale composée de complexes d'Annaba et d'El Kala et la Numidie occidentale représentée par le complexe de Guerbes Senhadja et le lac Fetzara (Figure 1) (Samraoui et de Belair, 1997).

1. 1. 1. La Numidie orientale

La Numidie orientale délimitée dans sa partie occidentale par l'oued Seybouse, a pour limite septentrionale la Méditerranée et pour limite méridionale les collines de l'Atlas téllien, tandis que les frontières algéro-tunisiennes la délimitent à l'Est (Samraoui et de Bélair, 1998). Cette région de l'Algérie renferme un grand nombre de sites humides exceptionnels au Maghreb par leurs dimensions et notamment par leur diversité (profondeur, salinité) (Chakri, 2007). Ces zones humides renferment chacune des caractéristiques différentes : lac, étangs, marais,.... . qui a pour origine l'association d'une série de facteurs naturels favorables :

- Une pluviométrie abondante entre 800 et 1000 mm.
- Un substrat formé d'argiles, de grés et de marnes.
- Une géomorphologie complexe.

Tous ces facteurs font de cette zone le siège d'une biodiversité faunistique et floristique remarquable (Othmani-Sendid, 2000).

1. 1. 2. Présentation de la région d'EL Kala

La région d'El Kala est située à l'extrême Nord-est de l'Algérie (Tell Nord-oriental).

Selon (Marre, 1987), elle présente deux ensembles structuraux : Les monts gréseux de la Cheffia et leur prolongement jusque vers le Cap Rosa, et la terminaison orientale de la plaine d'Annaba occupée par le lac de la Mekhada.

Deux principaux cours d'eau drainent la région, l'Oued Bounamoussa à l'Ouest et l'Oued Kebir à l'Est, qui convergent vers le marais de la Mekhada avant de rejoindre la mer par l'intermédiaire d'un exutoire unique : l'Oued Mafragh (Figure1) (Marre, 1987).

1. 1. 3. Le parc national d'EL-KALA (P.N.E.K)

Le caractère exceptionnel d'EL Kala réside dans sa réserve naturelle théoriquement protégée qui laisse le visiteur de cette région admiratif et contemplateur. Créé par le décret n° 831462 le 23 juillet 1983, le parc national s'étend sur une superficie de 76438 ha.

Situé au nord-est de l'Algérie, il est limité à l'est par la frontière algéro-tunisienne, au nord par la mer méditerranéenne, à l'ouest par les marais de la Mekhada, au sud par les contreforts du djebel El Ghorra (Figure 1).

Le parc est composé d'une mosaïque d'écosystème forestier, lacustre, dunaire et marin, lui conférant une haute valeur biologique et écologique dans le bassin méditerranéen. Sa flore, sa faune et son patrimoine culturel lui ont valu son inscription en tant que réserve de la biosphère par l'UNESCO en 1990.

Il est constitué d'un massif montagneux, de plaines et de lacs et d'une cote très diversifiée, séparée localement de la plaine par un cordon dunaire important où se développe une végétation basse. Du nord au sud, on retrouve un littoral long de 40 km, des maquis, des forêts de pins, d'eucalyptus, de chêne liège (*Quercus suber*) et de chêne zéne (*Quercus faginea*) sur les hauteurs à partir de 700 m s'étendant jusqu'à 1202 m d'altitude.

Son importance écologique et scientifique a été soulignée par divers travaux (de Bélair, 1990).

En effet, la diversité de ces écosystèmes lui donne une importance d'un intérêt scientifique en tant qu'une aire enserrant un complexe de zones humides. En fait, le parc national d'EL Kala comporte plusieurs lacs protégés : lac Mellah, l'Oubeira et le lac bleu). Le Tonga et Oubeira sont classés par la convention RAMSAR en tant que sites d'importance internationale.

Cependant, le découpage basé sur l'importance des différentes zones du parc est composé des classes suivantes :

- Classe1 : Réserve intégrale (zone littorale et lacustre)
- Classe2 : Primitive ou de sauvetage (zone des dunes littorales et forestières montagneuses des chênes zéne et chênes liège). Ce sont des formations végétales très peu anthropisées et des ensembles de végétations d'un haut intérêt mais fragiles et en péril (exemple : Aulnaies).

- Classe3 : Zone à faible croissance, mais susceptible d'aménagement. Le terme de croissance n'envisage que des interventions très réduites de l'homme dans la modification du paysage (Ouchtati, 1993)
- Classe4 : Zone urbaine et de détente (périphérique) (Debbiche-Zerguine, 2010)

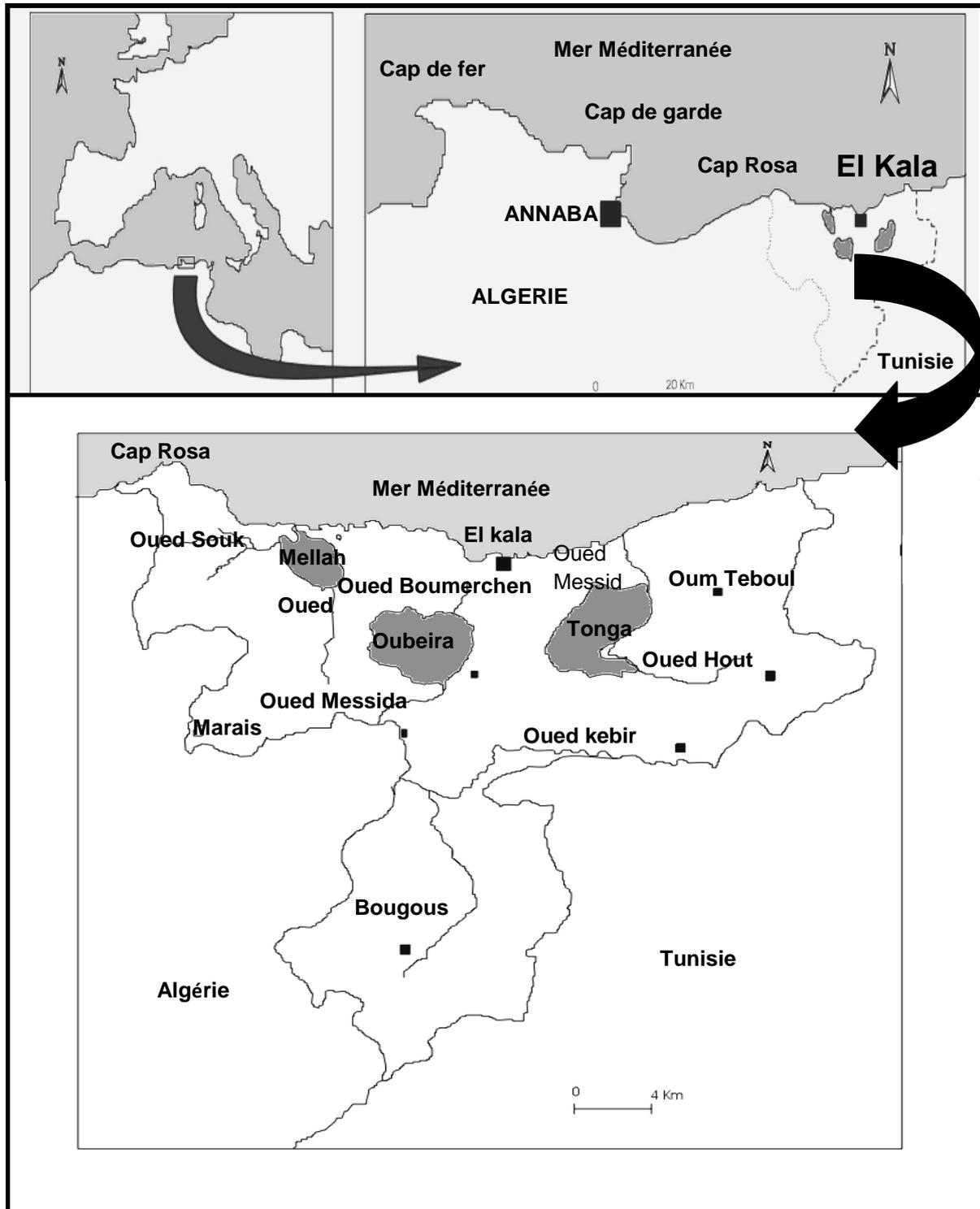


Figure 1. Situation géographique du parc national d'El Kala (Djebbari *et al.*, 2009).

1. 2. Climatologie

Le climat est certainement un facteur du milieu très important. Il a une influence directe sur la faune et la flore. Un climat méditerranéen est caractérisé par une pluviométrie abondante pendant la saison humide et les mois froids et par une sécheresse pendant l'été (Samraoui et de Belair, 1998).

1. 2. 1. La température

La température dépend de l'altitude, de la distance du littoral et de la topographie (Selther, 1946 in Chakri, 2007). Les mois les plus froids sont janvier et février pour la région d'El Kala et la région d'Annaba, alors que juillet et août constituent les mois les plus chauds pour les deux régions (Tableau 1, 2)

1. 2. 2. La pluviométrie

Les précipitations sont régulées par trois autres facteurs : l'altitude, la longitude (elles augmentent de l'ouest vers l'est et la distance à la mer) (Selther, 1946 in Chakri, 2007)

Le mois de décembre est le mois le plus arrosé pour El Kala et Annaba (Tableau 1, 2).

1. 2. 3. L'humidité

La forte humidité de la région est causée par la forte évaporation de nombreuses zones humides et la proximité de la mer. Elle est invariable au cours de l'année. Les valeurs minimales sont observées respectivement le mois de juillet pour la région d'EL Kala et d'Annaba. Les valeurs maximales sont observées au mois de décembre pour celles d'EL Kala et au mois de janvier pour la région d'Annaba (Tableau 1, 2).

3. 2. 4. Les vents

Les vents du Nord-ouest sont prédominants, surtout en hiver, et leur stabilité depuis le quaternaire est attestée par l'orientation des dunes dans toute la Numidie (Samraoui et de Bélair, 1998).

Tableau 1 : Valeurs météorologiques de la région d'El Kala

Mois	Précipitations moyennes (mm)	Température (°C)			Humidité moyenne (%)	Fréquence moyenne de vents (km/h)
		Moyenne	Max	Min		
Janvier	85.19	10.96	16.15	6.66	77.36	13.86
Février	64.16	11.27	16.60	6.49	76.94	14.26
Mars	35.77	13.63	19.41	8.11	73.82	13.73
Avril	52.09	15.64	21.50	9.86	72.99	13.94
Mai	38.00	19.02	24.62	13.28	74.00	13.13
Juin	7.14	23.00	28.99	16.78	69.48	13.77
Juillet	2.46	25.39	31.20	19.26	68.86	14.58
Aout	13.29	26.02	31.84	20.14	69.01	14.01
Septembre	52.15	23.38	29.07	18.07	72.42	13.36
Octobre	43.69	20.63	27.08	15.08	72.18	12.40
Novembre	107.47	15.89	21.57	11.22	75.94	13.69
Décembre	133.42	12.17	17.39	7.84	77.49	14.66

Source : Station météorologique d'El Kala (1997-2006) (Touati, 2008).

Tableau 2 : Valeurs météorologiques de la région d'Annaba

Mois	Précipitations moyennes (mm)	Température (°C) Moyenne	Humidité moyenne (%)	Fréquence moyenne de vents (km/h)
Janvier	97.42	11.06	78.7	3.46
Février	78.69	11.39	76.8	3.51
Mars	49.75	13.28	75.2	3.5
Avril	64.23	15.17	74.2	3.4
Mai	43.13	18.69	74.9	3.24
Juin	12.25	22.68	72.6	3.23
Juillet	3.03	25.04	69.9	3.44
Aout	13.23	26.13	71.9	3.35
Septembre	37.32	22.59	73.5	3.2
Octobre	61.83	19.81	74.6	3.01
Novembre	86.94	15.36	75.9	3.2
Décembre	123.06	13.22	77	3.62

Source : Station météorologique d'El Kala (1997-2006) (Touati, 2008).

1. 3. Bioclimat :

1. 3. 1. Climagramme d'Emberger :

En 1955, Emberger a classé les climats méditerranéens en faisant intervenir deux facteurs essentiels : les précipitations et la température.

$$Q = \frac{p \ 1000}{[M+m] \ 1/2 \times [M-m]}$$

Q = quotient pluviométrique

P = précipitations moyennes annuelles

M= température des maxima du mois le plus chaud (°K)

m = température des minima du mois le plus froid (°K) (Dajoz, 2006).

➤ Le quotient pluviométrique de la région d'El Kala Q= 81.68.

La Numidie est localisée dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver chaud (Figure 2).

La région d'Annaba n'a pas été représenté dans le climagramme d'Emberger fait du manque de données (minimal et maximal) de la température. Cependant, selon les études de Chakri (2007) et Touati (2009), la région d'Annaba est située dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver chaud.

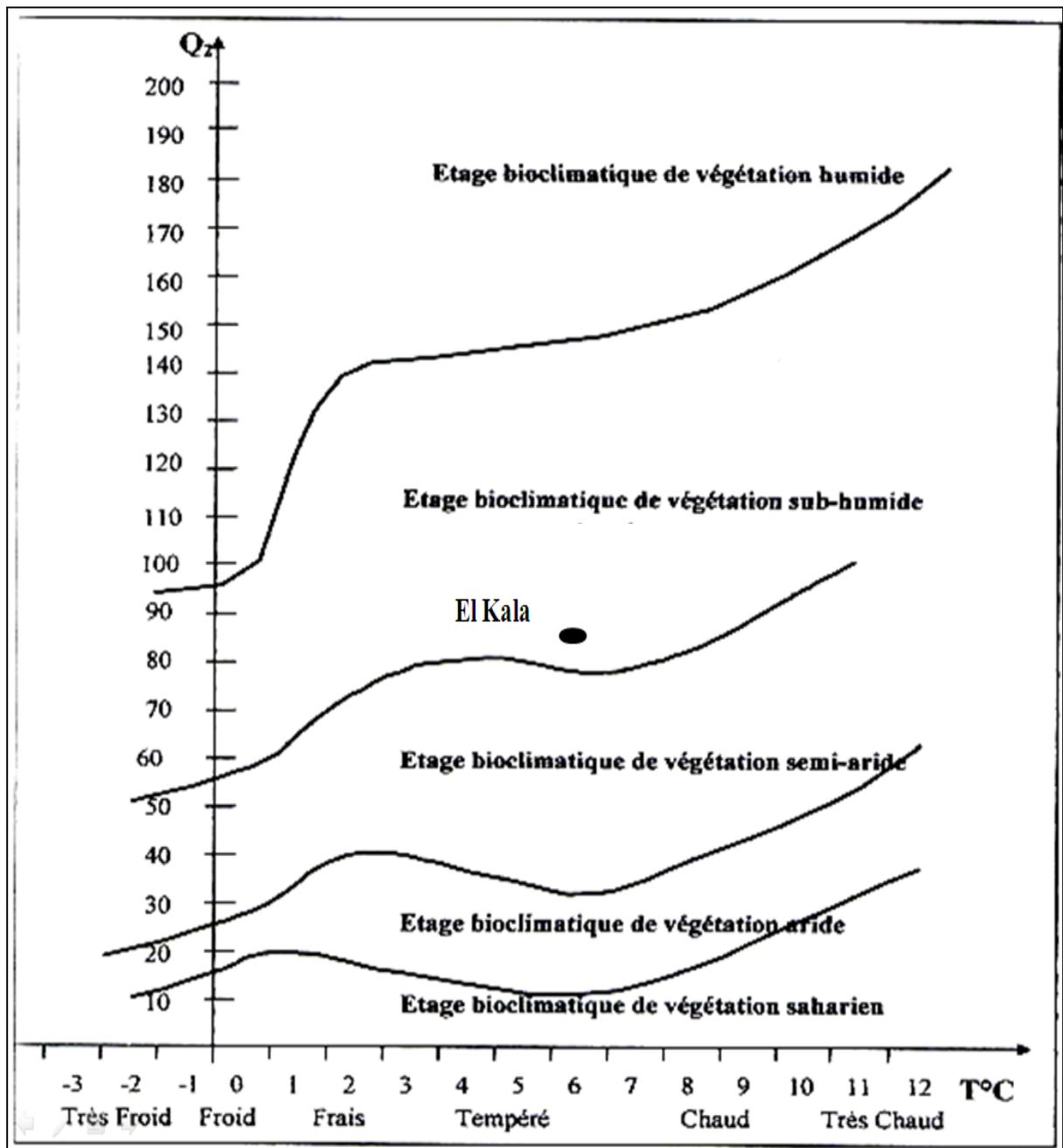


Figure 2. Situation de la station météorologique de référence (El Kala) pour le climat de la Numidie dans le climagramme d'Emberger.

1. 3. 2. Diagramme ombro-thermique de Bagnouls et Gausсен :

Pour l'élaboration du diagramme ombro-thermique de Bagnouls et Gausсен (1957), nous avons tenu compte des données climatiques bien précises qui sont les précipitations annuelles et les températures moyennes étalées sur plusieurs années des deux stations. Le but est de déterminer la période sèche et la période humide. Les courbes ombro-thermiques ainsi établies, nous ont permis de visualiser deux saisons distinctes :

- une saison sèche de mai à septembre
- une saison humide d'octobre à avril (Figure 3).

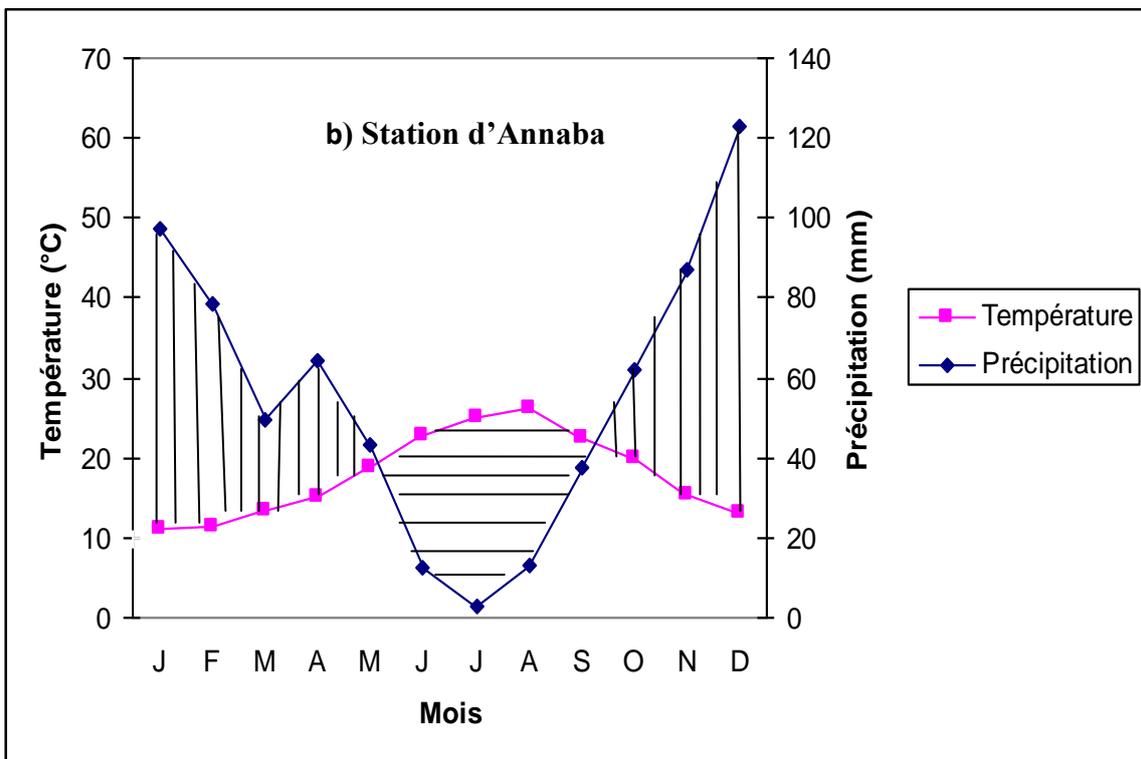
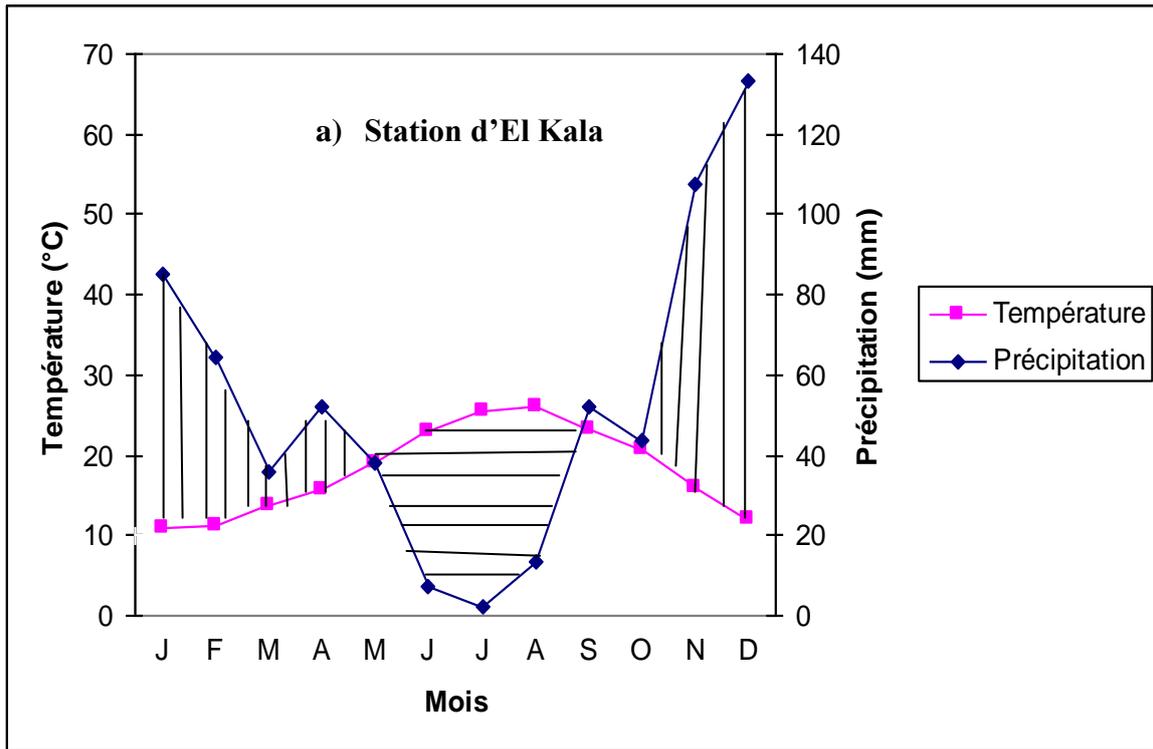
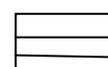


Figure 3. Diagramme ombro-thermique des stations de référence à la région de la Numidie.



Saison humide



Saison sèche

1. 4. Présentation des sites d'étude

La Numidie recèle une grande variété de milieux aquatiques et terrestres (Samraoui et de Belair, 1998), qui se traduit par une grande richesse floristique et faunistique. Parmi ces milieux les plus connus figurent les mares qui représentent, en fait, une grande diversité de milieux allant des mares éphémères aux mares quasi permanentes.

Le substrat, la salinité, la proximité de cours d'eau et la présence de poissons sont autant de facteurs diversifiant (Chakri, 2007).

Les sites étudiés sont présentés dans la figure 4

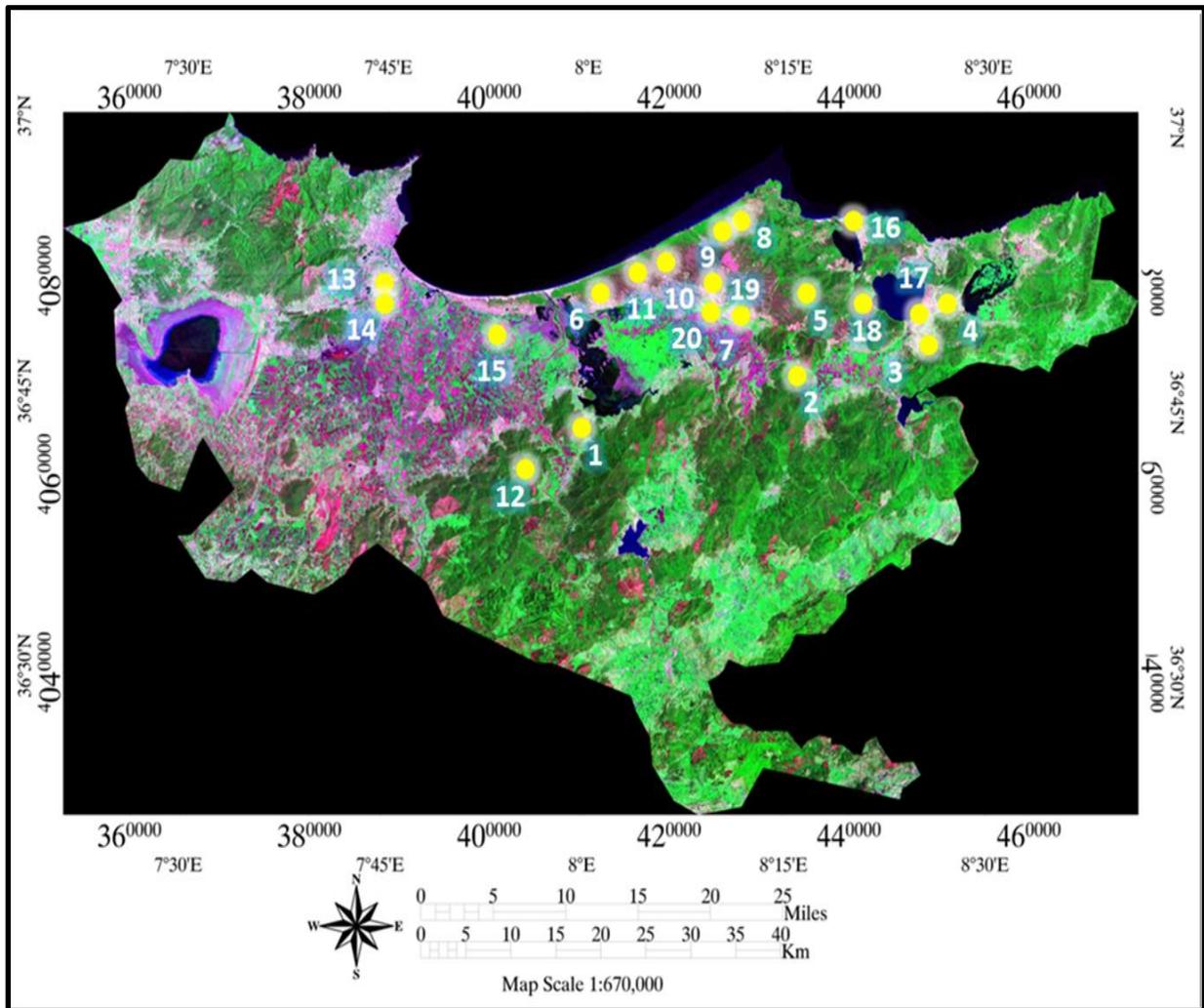


Figure 4. Situation géographique des sites étudiés.

1. Feid 1, 2, 3 et 4, 2. Frênes, 3. Messida, 4. Gauthier 1, 2, 3 et 4, 5. Fedjoudj, 6. Gérard, 7. Isoetes, 8. Berrihane-Ecole, 9. Berrihane-Sud, 10. Hrib, 11. Tamaris, 12. Carrière, 13. Mafragh, 14. Boukhadra, 15. Sangliers, 16. Salines, 17. Ruppia, 18. Frine, 19. Mare Lac Bleu, 20. Butomes

1. 5. Description des sites d'étude

La figure 5 présente des photos qui montrent quelques unes des mares étudiées.



Feid 01



Gauthier 01



Fedjoudj



Mare aux frênes



Ruppia



Messida

Figure 5. Représentation photographique de quelques sites d'étude.

De même le tableau 3 représente les vingt six sites renfermant les principales caractéristiques pour chaque mare et qui sont comme suit : les coordonnées G.P.S (latitude – longitude), la superficie, la profondeur maximale, la conductivité moyenne, la turbidité, la nature du substrat, l'altitude, avec quelques exemples de la végétation qui entoure le plan d'eau en question.

Tableau 3. Les vingt six sites et les principales caractéristique pour chacun

Sites	Latitude (N)	Longitude (E)	Superficie (ares)	Profondeur Max (mètres)	Conductivité Moy (mS/cm)	Nature de substrat	Quelques espèces végétales dominantes
El Feid 1	36°43.970'	8° 01.739'	0.5	1.5	1.15 ± 0.27	Limon	<i>Ranunculus baudotii</i> <i>Alisma plantago- aquatica</i> <i>Callitriche obtusángula</i>
El Feid 2	36°43.970'	8° 01.739'	0.5	1	0.85 ± 0.06	Argile-limoneux	<i>Ranunculus baudotii</i> <i>Alisma plantago- aquatica</i> <i>Callitriche obtusángula</i>
El Feid 3	36°43.970'	8° 01.739'	0.5	1.2	0.74 ± 0.11	Argile-limoneux	<i>Ranunculus baudotii</i> <i>Alisma plantago- aquatica</i> <i>Callitriche obtusángula</i>
El Feid 4	36°43.970'	8° 01.739'	0.5	0.8	0.99 ± 0.13	Argile-limoneux	<i>Ranunculus baudotii</i> <i>Alisma plantago- aquatica</i> <i>Callitriche obtusángula</i>
Frênes	36°46.761'	8°-16.066'	7	0.8	0.35 ± 0.1	Argile-limoneux	<i>Fraxinus excelcior</i>
Messida	36°48.769'	8° 26.611'	4.5	0.45	0.28 ± 0.11	Limon-argileux	<i>Ranunculus baudotii</i> <i>Scirpus lacustris</i> <i>Scirpus maritimus</i>
Gauthier 1	36°50.243'	8°26.611'	0.45	0.45	0.19 ± 0.13	Limon	<i>Glyceria fluitans</i> ; <i>Isoetes velata</i> <i>Ranunculus baudotii</i> ; <i>Isoetes hystrix</i> , <i>Callitriche obtusángula</i>

Sites	Latitude (N)	Longitude (E)	Superficie (ares)	Profondeur Max (mètres)	Conductivité Moy (mS/cm)	Nature de substrat	Quelques espèces végétales dominantes
Gauthier 2	36° 50.243'	8°26.611'	0.45	0.45	0.17 ± 0.08	Limon	<i>Glyceria fluitans</i> ; <i>Isoetes velata</i> <i>Ranunculus baudotii</i> ; <i>Isoetes hystrix</i> <i>Callitriche obtusángula</i>
Gauthier 3	36° 50.243'	8°26.611'	2	0.75	0.15 ± 0.07	Limon	<i>Glyceria fluitans</i> ; <i>Isoetes velata</i> ; <i>Ranunculus baudotii</i> ; <i>Isoetes hystrix</i> <i>Callitriche obtusángula</i>
Gauthier 4	36° 50.243'	8°26.611'	2.5	0.75	0.12 ± 0.04	Limon	<i>Glyceria fluitans</i> ; <i>Isoetes velata</i> ; <i>Ranunculus baudotii</i> ; <i>Isoetes hystrix</i> ; <i>Callitriche obtusángula</i>
Fedjoudj	36° 51.652'	8°15.065'	6.5	1	0.23 ± 0.08	Limon-sableux	<i>Typha Angustifolia</i> <i>Callitriche obtusangula</i>
Gérard	36° 50.594'	8° 09.587'	3.5	0.45	0.34 ± 0.09	Limon argilo-sableux	<i>Glyceria fluitans</i> <i>Ranunculus baudotii</i> <i>Juncus heterophytus</i>

Sites	Latitude (N)	Longitude (E)	Superficie (ares)	Profondeur Max (mètres)	Conductivité Moy (mS/cm)	Nature de substrat	Quelques espèces végétales dominantes
Isoetes	36° 50.663'	8°	3	0.35	0.34 ± 0.15	Limon très sableux	<i>Glyceria fluitans</i> <i>Ranunculus baudotii</i> <i>Ranunculus ophioglossifolius</i> <i>Juncus heterophytus</i>
Berrihane -Ecole	36° 50.469'	8° 08.888'	3.5	0.40	0.38 ± 0.12	Limon argilo-sableux	<i>Ranunculus baudotii</i> <i>Juncus heterophytus</i> <i>Apium crassipes</i> <i>Callitriche obtusangula</i> <i>Glyceria fluitans</i>
Berrihane -Sud	36° 50.067'	8° 08.089'	5.5	0.65	0.38 ± 0.06	sableux	<i>Glyceria fluitans</i> <i>Apium crassipes</i> <i>Chara sp.</i> <i>Alisma plantago-aquatica</i>
Hrib	36° 50.110'	8° 06.680'	6	1.4	0.34 ± 0.1	sableux	<i>Glyceria fluitans</i> <i>Ranunculus baudotii</i> <i>Juncus heterophytus</i> <i>Callitriche obtusangula</i>
Tamarix	36° 51.149'	8° 04.603'	3.5	1.5	0.4 ± 0.12	Sable limoneux	<i>Sparganium erectum</i> <i>Scirpus lacustris</i> <i>Ranunculus baudotii</i>
Carrière	36° 50.875'	8° 04.477'	3.5	0.7	0.26 ± 0.05	sableux	<i>Typha Angustifolia</i> <i>Zannichelia sp</i>

Sites	Latitude (N)	Longitude (E)	Superficie (ares)	Profondeur Max (mètres)	Conductivité Moy (mS/cm)	Nature de substrat	Quelques espèces végétales dominantes
Mafragh	36° 50.440'	7° 56.875'	6.5	0.75	2.1 ± 0.96	Sableux	<i>Typha Angustifolia</i> ; <i>Juncus acutus</i> <i>Ranunculus baudotii</i> ; <i>Chara sp</i>
Boukhadra	36° 52.807'	7° 44.383'	20	0.60	6.24 ± 3.3	Limon	<i>Juncus</i> <i>Typha Angustifolia</i> <i>Scirpus maritimus</i> <i>Ranunculus baudotii</i>
Sangliers	36° 50.248'	7° 56.754'	7	0.75	2.66 ± 0.7	Sableux	<i>Juncus acutus</i> <i>Tamaris gallica</i> <i>Typha Angustifolia</i> <i>Potamogeton pectinatus</i>
Salines	36° 50.34'	7° 47.46'	100	0.45	16.89±12.96	Argileux	<i>Chara sp</i> <i>Salicornia europaea</i>
Ruppia	36° 50.34'	7° 47.46'	100	0.45	16.89±12.96	Argileux	<i>Fragmites australis</i> <i>Tamaris gallica</i> <i>Ruppia maritima</i>
Frine	36° 50.18'	7° 25.56'	3	0.35	0.27 ± 0.12	Sableux	<i>Ranunculus baudotii</i> <i>Isoetes hystris</i>
M. L. Bleu	36° 54.701'	7° 20'	0.5	0.65	0.23 ± 0.06	Sableux	<i>Iris pseudo-acorus</i> <i>Wolffia arrhiza</i> <i>Leerthia hexandra</i>
Butomes	36° 50.07'	7° 06.01'	15	0.65	0.38 ± 0.04	Alluvions	<i>Typha Angustifolia</i> <i>Scirpus lacustris</i> <i>Iris pseudo-acorus</i> <i>Butomus umbellatus</i>

(Samraoui et De Bélaire, 1998).

Chapitre 2 : Bioécologie des Taxas étudiés

2.1. Les Culicidés

Les moustiques sont des insectes diptères piqueurs, à larve et à nymphe aquatiques, ont le corps fin et allongé, de longues pattes frêles, une paire d'ailes membraneuses portant de minuscules écailles. Le mâle se reconnaît à ses antennes plumeuses, avec sa trompe, il se nourrit du nectar des fleurs, la femelle aux antennes fines se nourrit du sang des mammifères et des oiseaux. Les larves vivent immergées et se nourrissent d'algues microscopiques, les nymphes sont capables de se déplacer avec rapidité en battant l'eau de leur abdomen flexible (La rousse, 1973).

2.1.1. Morphologie

Les œufs

Un moustique femelle ne copule qu'une fois dans sa vie. Habituellement, après la copulation, la femelle a besoin d'un repas de sang chez les espèces anautogènes pour faire murir le premier lot d'œufs (Mezghiche, 2009). Les œufs sont pondus habituellement à la surface de l'eau, soit isolément (genres *Aedes* et *Anopheles*) (figure 6), soit regroupés dans des masses ayant la forme de nacelle (*Culex*, *Culiseta*, *Uranotaenia*, *Orthopodomyia* et *Mansonia*) (figure 6). Ils peuvent être déposés sur substrats humides (*Aedes*) qui peuvent éclore après une période de dessiccation (Rodhain et Perez, 1985 ; Benkhedim-Aouati, 2009).

Les œufs des *Anopheles* possèdent généralement une gaine visqueuse dilatée en certains points pour donner lieu à de petites chambres à air (ou flotteurs) leur permettant de flotter à la surface de l'eau (Figure 6). Ceux de *Culex*, sont cylindro-coniques et flottent verticalement, la partie rétrécie émergeant de l'eau (Himmi *et al.*, 1995), donc Les œufs flottent soit du fait des phénomènes de tension superficielle, soit grâce à de flotteurs latéraux (*Anopheles*) ou apicaux (*Culex*) (Rodhain et Perez, 1985).

Un moustique femelle continue à pondre pendant toute son existence. La plupart de ces femelles pondent 1 à 3 fois, mais certaines peuvent pondre jusqu'à 5 à 7 fois (Mezghiche, 2009), le nombre d'œufs déposé varie d'une espèce à l'autre : 150-300 chez *Anopheles* et 200-400 chez *Culex* (Himmi *et al.*, 1995).

- **Les sites d'oviposition, la forme et la taille des œufs**

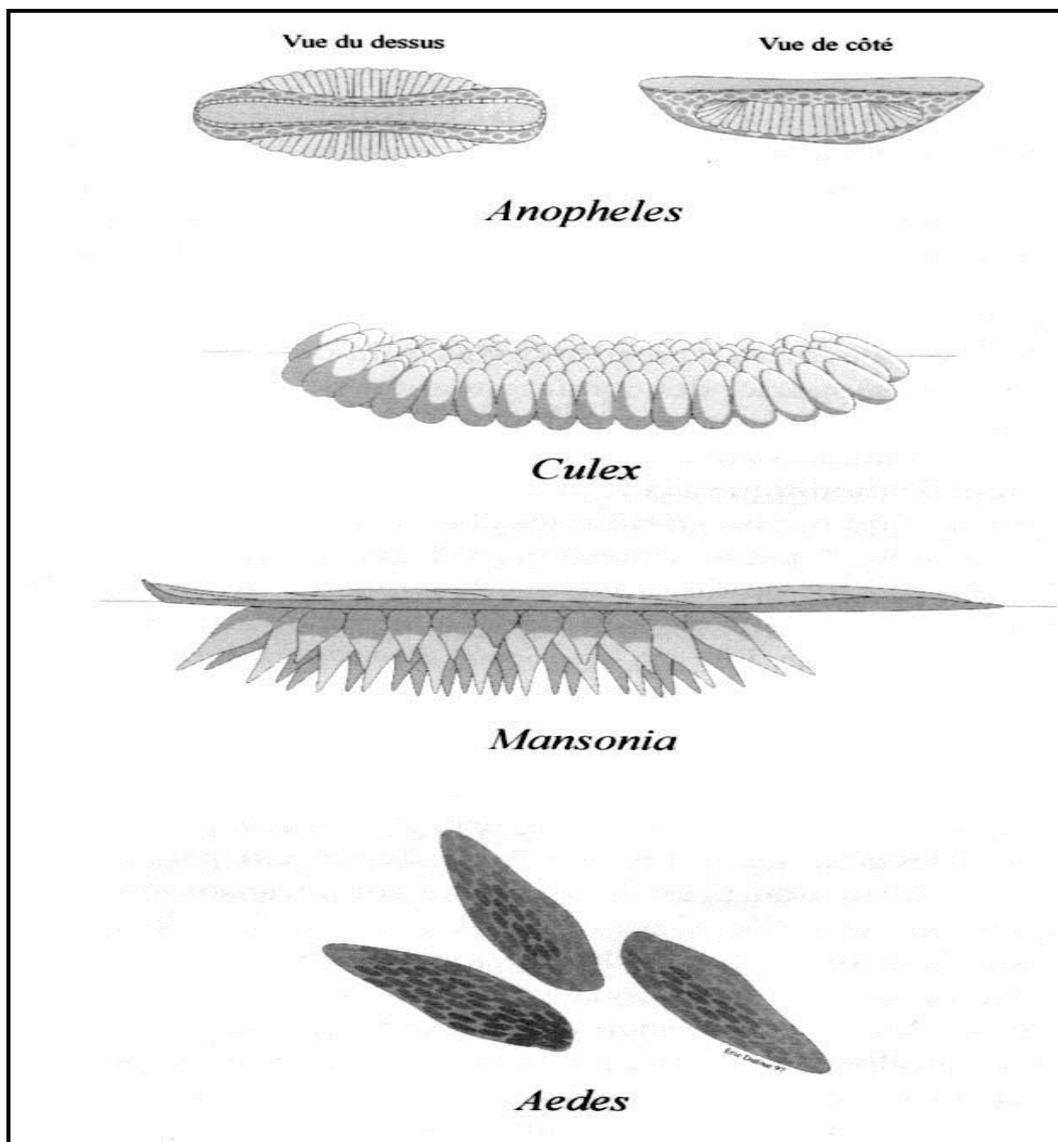
Chaque espèce de moustique préfère une variété bien déterminée de surface aquatique pour déposer ses œufs (Mezghiche, 2009), par exemple les *Anopheles* pondent dans les étangs et les mares d'eau douce et claire, dans les citernes, les tonneaux d'arrosage, dans l'eau retenue par

les trous d'arbres, parfois dans l'eau saumâtre. Les œufs sont déposés pendant la belle saison, longuement ovalaires, à coque gaufrée ou chagrinée. L'ornementation de la coque et la forme des flotteurs sont caractéristiques (Bendali-Saoudi, 2006).

La taille des œufs est généralement de l'ordre de 0.5 mm. Les variations de forme, de taille et de coloration ont parfois été utilisées en taxonomie (Rodhain et Perez, 1985).

- **Le développement embryonnaire**

Les œufs peuvent éclore en moins de deux journées après leur ponte (cas de *Culex*, *Uranotaenia*, *Culiseta* et *Anopheles*), mais dans certains cas (*Aedes*), les pontes déposées sur substrat humide hors de l'eau, peuvent se dessécher partiellement et se transformer en « œufs de résistance » capables de survivre durant la saison sèche (Himmi *et al.*, 1995).



b) Le stade larvaire

Le cycle larvaire de *Culicidae* ne se déclenche qu'à une température minimale supérieure ou égale à 11°C (Gourmala, 1991). Dans ce cas la larve sort de l'œuf et flotte parallèlement juste sous la surface de l'eau car elle a besoin de respirer de l'air. Elle se nourrit de particules présentes dans l'eau. Si on la dérange, elle plonge rapidement vers le fond mais elle reviendra sans tarder à la surface pour respirer.

Il ya quatre stades larvaires, la larve qui sort de l'œuf est appelée le premier stade, après un jour ou deux, elle mue, abandonnant son enveloppe et devient ainsi le second stade, suivi par le troisième et le quatrième stade, à des intervalles d'environ deux jours chacun. La larve reste au quatrième stade pendant trois ou quatre jours ou plus, avant de se changer en puppe. Le temps total passé au stade larvaire est généralement de huit à dix jours à la température normale de l'eau en milieu tropical. Si la température est plus basse, les stades aquatiques prendront plus de temps pour se développer (Chakri, 1992 ; Mezghiche, 2009).

Les mues larvaires des *Culicidae* sont au nombre de quatre : les trois premiers stades présentent généralement des caractères chétotaxiques (forme et disposition des soies) variables, ne permettant pas une identification sûre des espèces et une bonne dichotomie dans une éventuelle clé de détermination. En pratique, la morphologie larvaire la plus couramment décrite est celle du quatrième stade (Himmi *et al.*, 1995).

La larve des Culicidés est une larve eucéphale (Tachet *et al.*, 2000).

Le développement larvaire des Culicidés comporte quatre stades de morphologie comparable, hormis la taille (1 à 1,5 cm). Les caractères morphologiques utiles en systématique concernent le quatrième stade (Rodhain et Perez, 1985).

- **Le corps de la larve des Culicidés**

Le corps de la larve est subdivisé en trois parties bien distinctes :

1) Tête

La tête est une partie du corps fortement chitinisée légèrement allongée et plus ou moins aplatie dorso-ventralement. Elle comprend trois plaques chitinisées (Figure 7):

➤ Une plaque médiodorsale (fronto-clypeus) : elle est chitinisée, garnie de cinq soies frontales que nous nommerons comme suit :

- ✓ A, B et C sont les grandes soies céphaliques
- ✓ d est la petite soie céphalique située en avant de B ou de C

- ✓ e est la plus petite soie suturale interne (Figure 7B) (Gourmala, 1991).

Au fronto-clypeus est rattachée une plaque antérieure étroite (préclypéus) portant des brosses buccales (Rodhain et Perez, 1985), tout en avant du fronto-clypeus, nous verrons les épines préclypéales et un ensemble de soies dont le mouvement provoque un courant d'eau chargé d'éléments nutritifs (Figure 7 B) (Gourmala, 1991).

- Deux plaques latérales (plaques épicroaniennes): symétriques, portant les antennes et les yeux (Himmi *et al.*, 1995). Elles portent aussi la soie structurale externe f (Figure 7 ; A et B) (Gourmala, 1991).

La tête porte aussi

- ✓ Les antennes : insérées sur les cotés, sont généralement longues et spiculées. Elles portent une touffe de soies largement utilisée en systématique (Figure 7B) (Himmi *et al.*, 1995).
- ✓ Les pièces buccales : sont ventrales, du type broyeur avec des mandibules mobiles transversalement. Les brosses buccales constituées de longues soies courbées, ayant un rôle préhensile (Himmi *et al.*, 1995).

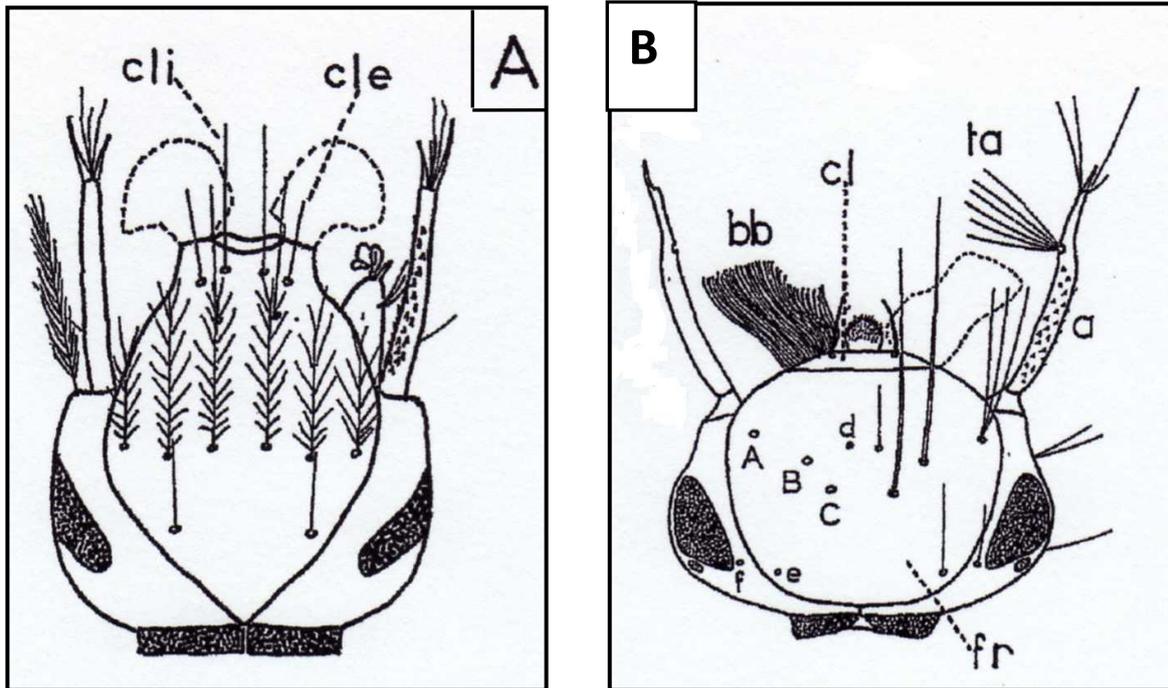


Figure 7. Morphologie générale de la tête de la larve des Culicidés (Himmi *et al.*, 1995).

A: Tête d'Anophelinae

B: Tête de Culicinae.

A, B et C : les grandes soies céphaliques, d : la petite soie céphalique située en avant de B ou de C, e : est la plus petite soie suturale interne, f : la soie structurale externe,
 cle : soies clypéales externes, cli : soies clypéales internes, a : antennes,
 bb : brosses buccales, ta : touffe antennaire, cl : clypeus, fr : front.

2) Thorax

Le thorax est de forme globuleuse, légèrement aplatie dorso-ventralement (Himmi *et al.*, 1995). Le segment thoracique se présente comme une masse sphérique, subdivisé théoriquement en prothorax, mésothorax et métathorax, garnie de soies dont seules les prothoraciques possèdent un intérêt dans la systématique (Figure 8) (Gourmala, 1991).

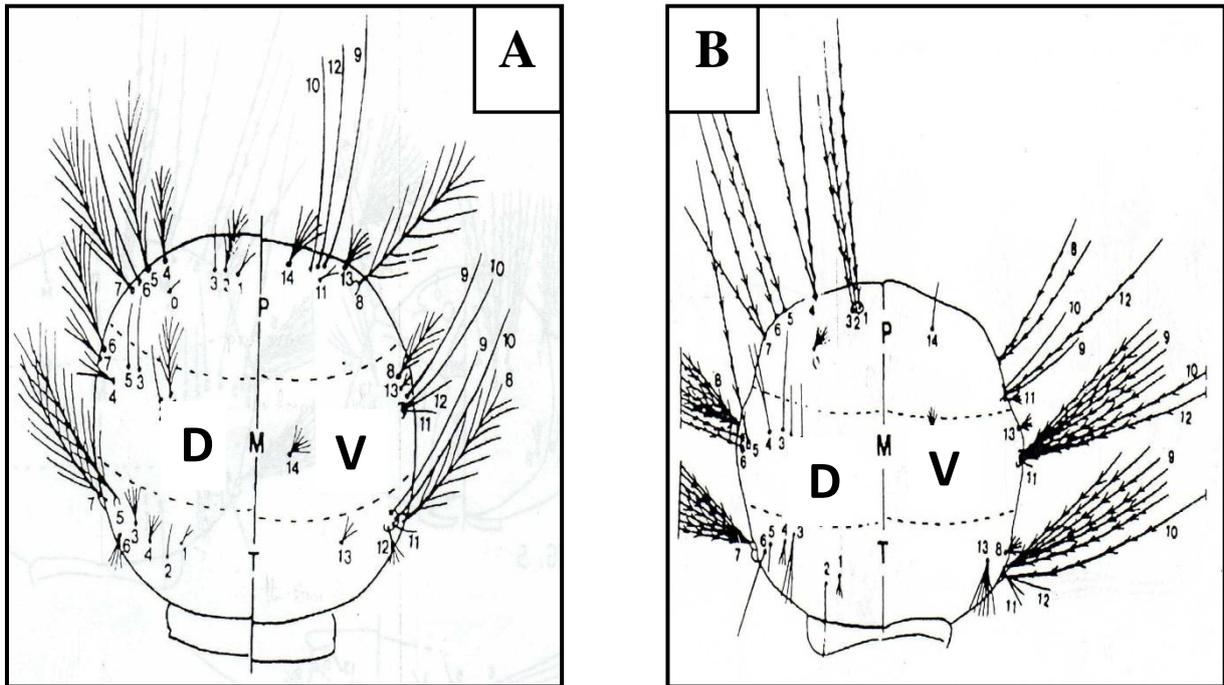


Figure 8. Morphologie générale du thorax de la larve de Culicidés (Lee et Zorka, 1987).

A : Thorax d'Anophelinae.

B: Thorax de Culicinae.

D : dorsale

V : ventrale

P : prothorax M : mésothorax T : métathorax

3) Abdomen

Il est composé de neuf segments apparents. Les sept premiers sont à peu près semblables et peuvent porter des soies ou des sclérites ayant souvent une importance taxonomique (Figure 9) (Himmi *et al.*, 1995).

Nous distinguons deux sortes de soies abdominales :

-Les soies longues

-Les soies courtes dites soies palmées.

Les soies sont utilisées par les Culicidés dans la nage et la perception sensorielle du milieu.

Les soies palmées leur permettent de flotter (Gourmala, 1991).

Chez les Anophelinae, les huit premiers tergites portent à leur partie antérieure une plaque médiane ; la forme et le nombre de ces plaques dorsales varient en fonction des espèces (Himmi *et al.*, 1995). Elle est absente chez les Culicinae (Figure 9B) (Gourmala, 1991).

Le huitième segment porte des organes respiratoires :

-Chez les Anophelinae de part et d'autres des stigmates, il existe une paire de plaques bordées distalement d'épines ; ces plaques portent également le nom de peigne, bien qu'elles ne soient pas homologues du peigne des Culicinae et des Aedinae (Figure 10).

- Le siphon dorsal chez les Culicinae et les Aedinae, ce siphon porte chez le genre *Mansonia* de fortes dents destinées à perforer les plantes aquatiques pour y puiser l'oxygène (Figure 11). Il comporte chez les autres genres deux types de formations très utiles en systématique :

1-Le peigne siphonique : constitué de deux rangées d'épines ventro-latérales, longitudinales et symétriques. (Figure 12)

2-Les soies siphoniques : paires mais parfois asymétriques, disposées, le plus souvent en touffes subventrales, quelque fois latérales ou subdorsales. (Figure 12)

Les faces latérales du huitième segment présentent une formation particulière appelée carde (ou peigne) constituée chez les Culicinae et les Aedinae d'écailles ou d'épines implantées séparément chez *Aedes*, *Culex*, *Orthopodomyia* et *Culiseta* (Figure 12) et groupées en une plaque chitineuse chez *Uranotaenia*.

Le neuvième segment (segment anal) est rejeté ventralement chez les larves de Culicinae formant avec le siphon un angle d'environ 90°. Il porte à son extrémité dorsale deux paires de soies caudales (brosses apicales) et à son extrémité ventrale une série de touffes paires constituant la brosse ventrale dont la base, fortement chitinisée, forme l'aire barrée. Ce même segment se prolonge par deux paires de papilles anales allongées et de taille variable selon les espèces ; leur taille est en général inversement proportionnelle à la salinité du milieu (Himmi *et al.*, 1995) (Figure 10 et 12).

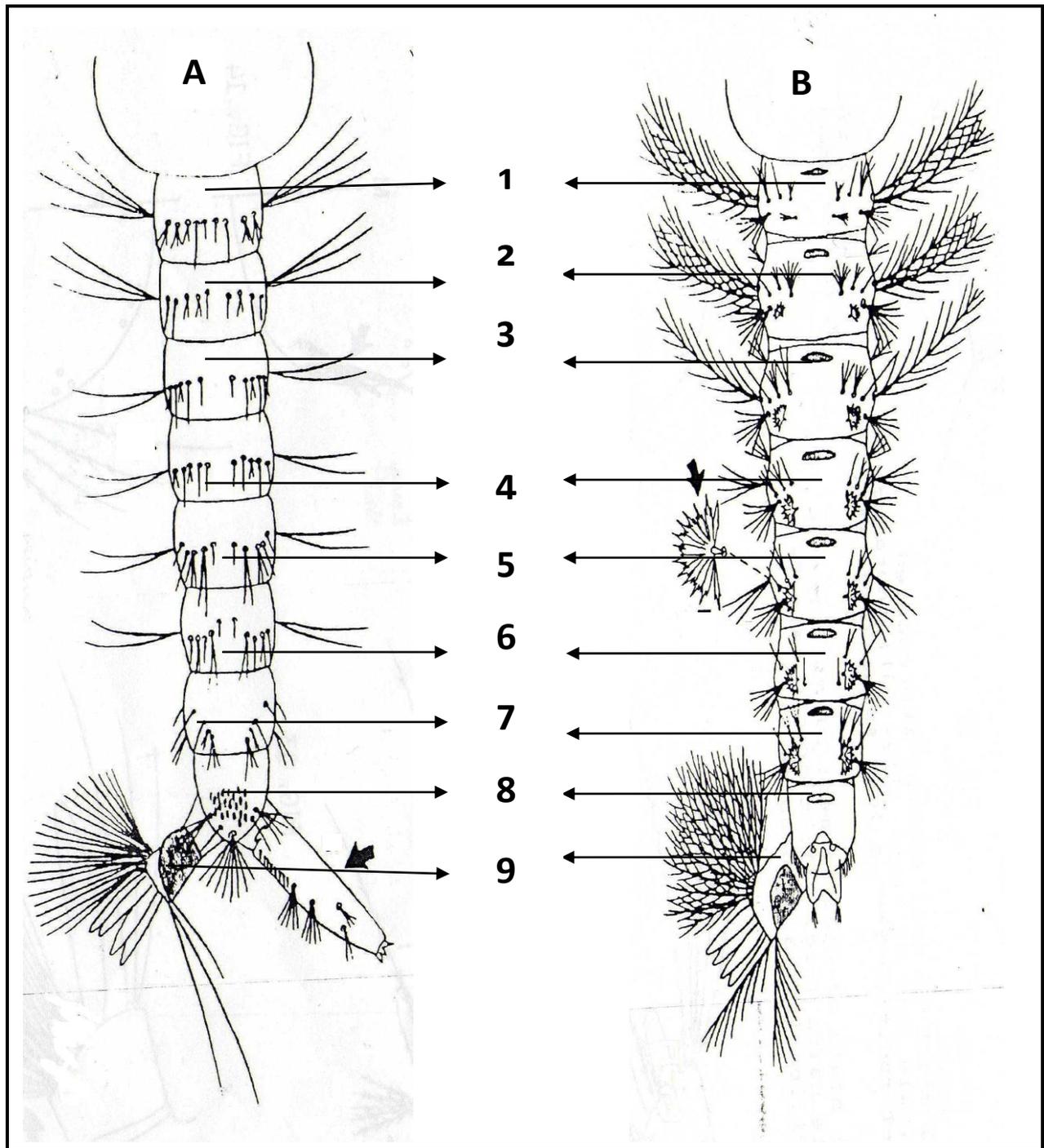


Figure 9. Morphologie générale de l'abdomen des larves des Culicidés (Lee et Zorka, 1987).

A : larve de Culicinae

B : larve d' Anophelinae

1-9 : Segments abdominaux

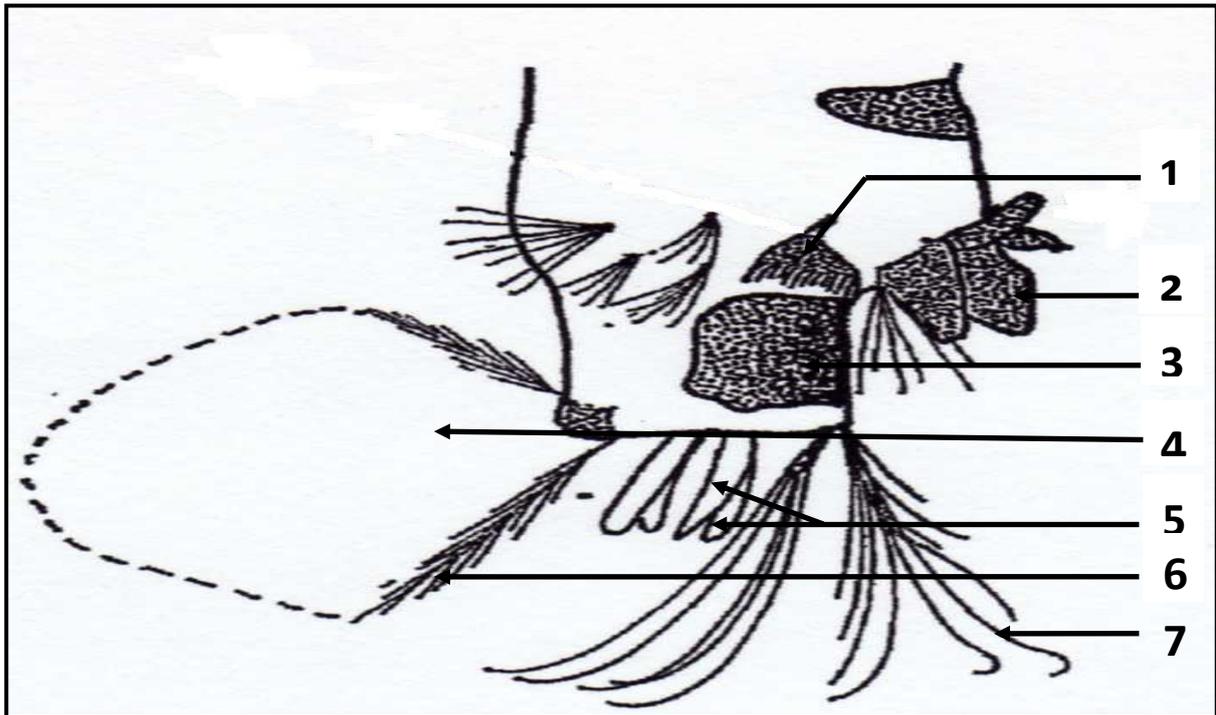


Figure 10. Extrémité postérieure d'une larve d'Anophelinae (Himmi *et al.*, 1995).

1 : Peigne, 2 : Stigmates, 3 : Selle, 4 : Aire barrée, 5 : Papilles anales, 6 : Brosse ventrale,
7 : Soies caudales

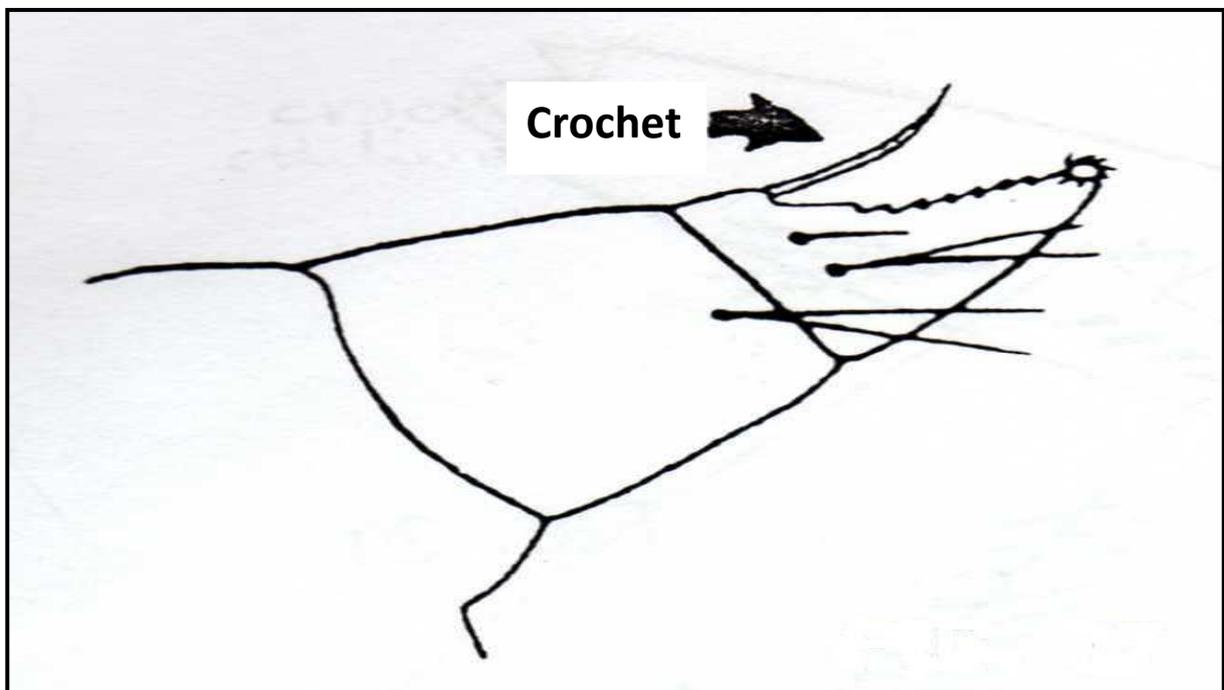


Figure 11. Extrémité postérieure d'une larve du genre *Mansonia* (Lee et Zorka, 1987).

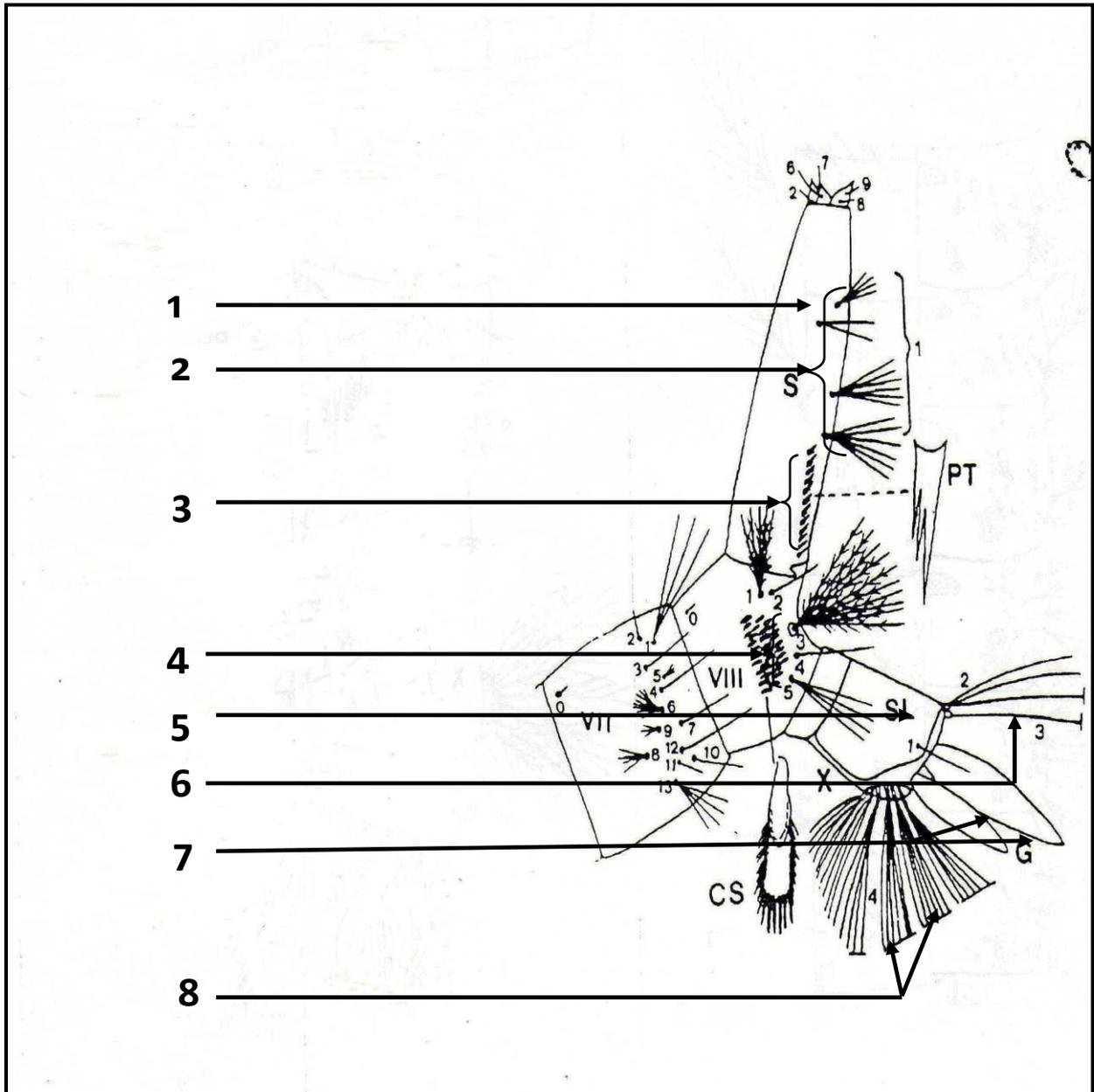


Figure 12. Extrémité postérieure d'une larve de Culicinae (Lee et Zorka, 1987).

1 : Siphon, 2 : Soies siphoniques, 3 : Peigne siphonique, 4 : Carde (Peigne), 5 : Selle, 6 : Soies caudales, 7 : Papilles anales, 8 : Soies de la brosse ventrale.

c) Le stade nymphale (pupe)

A la fin du quatrième stade de son développement, la larve cesse de se nourrir et devient « nymphe » où se fera la mise en place des organes de l'adulte.

La durée du stade nymphal ne dépasse pas généralement quatre jours. Les nymphes de tous les *Culicidae* nagent librement dans l'eau ; elles ont l'aspect de 'virgule' et leur corps se subdivise en deux parties : le céphalothorax et l'abdomen.

Le céphalothorax comme chez toute nymphe d'insecte, porte les loges des pattes, des antennes et des ailes.

La nymphe respire l'air atmosphérique grâce à une de paire de trompettes respiratoires (tubes), disposées sur la face dorsale du céphalothorax ; chacune d'elles correspond à un tube cylindrique ou cylindro-conique ouvert à l'apex par une échancrure oblique.

L'abdomen est composé de neuf segments bien distincts arqués et repliés sous le céphalothorax. Il se termine par une paire de palettes natatoires ovalaires (nageoires), aplaties dorso-ventralement, toujours mobiles à leur base.

Chacun des huit segments abdominaux porte dorsalement plusieurs paires de soies diverses. Le premier segment porte, en outre, une paire de soies palmées qui contribue à assurer l'équilibre de la nymphe en adhérant par capillarité à la surface de l'eau.

La chétotaxie (forme et disposition des soies) des segments abdominaux constitue un caractère de diagnostic de premier ordre (Figure 13) (Himmi *et al.*, 1995).

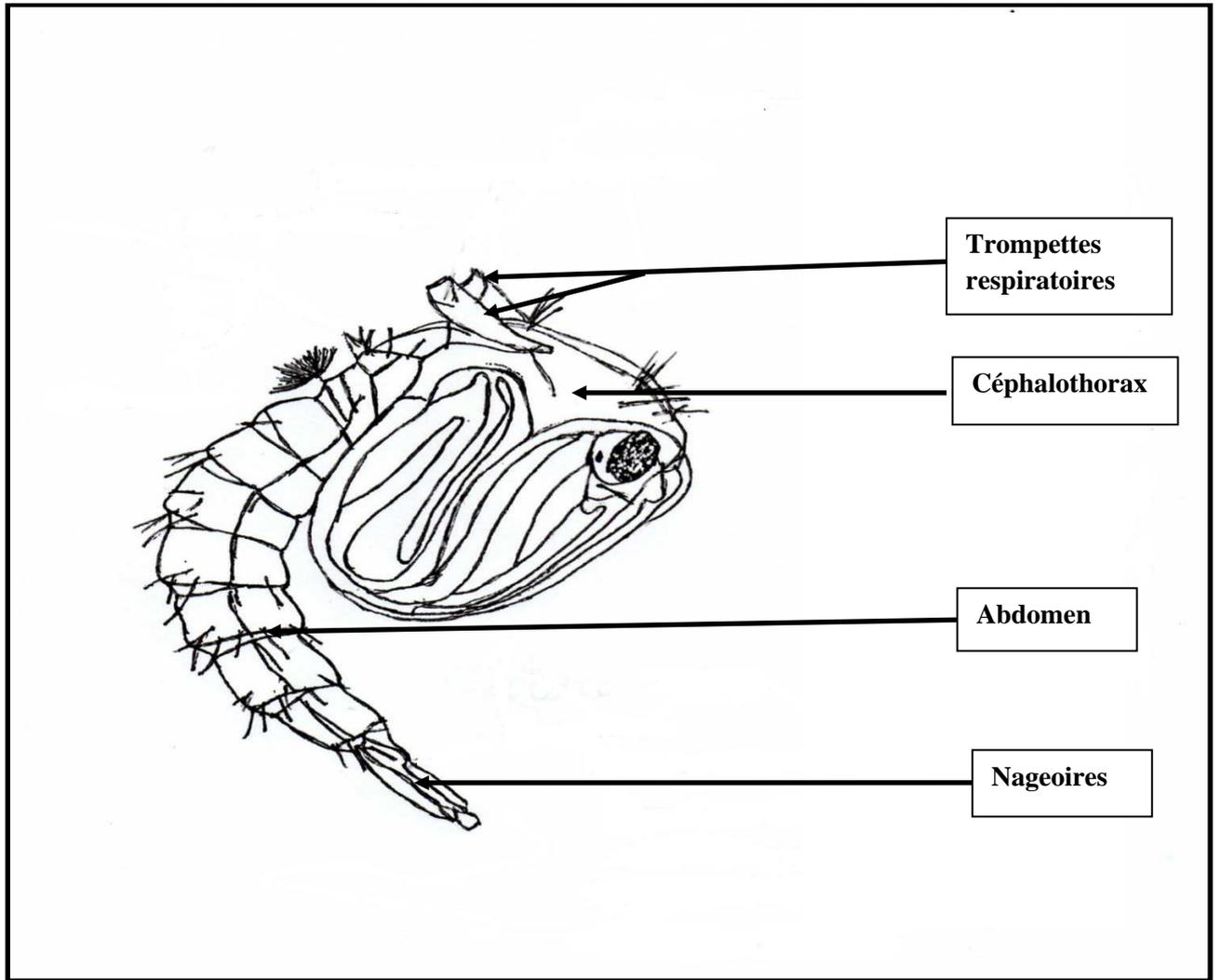


Figure 13. Morphologie générale de la nymphe des Culicidés (Himmi *et al.*, 1995).

d) L'adulte (imago)

Les moustiques, au stade adulte, comme tous les diptères, possèdent un corps mince et des pattes longues et fines, une seule paire d'ailes membraneuses longues et étroites pourvues d'écailles le long de ses nervures, repliées horizontalement au repos. La deuxième paire est réduite à une paire de balanciers.

Ils se reconnaissent facilement par la présence d'écailles sur la majeure partie de leur corps, leur taille varie selon les genres et les espèces de 3 à 20 mm.

(Figure 14) (Rodhain et Perez, 1985).

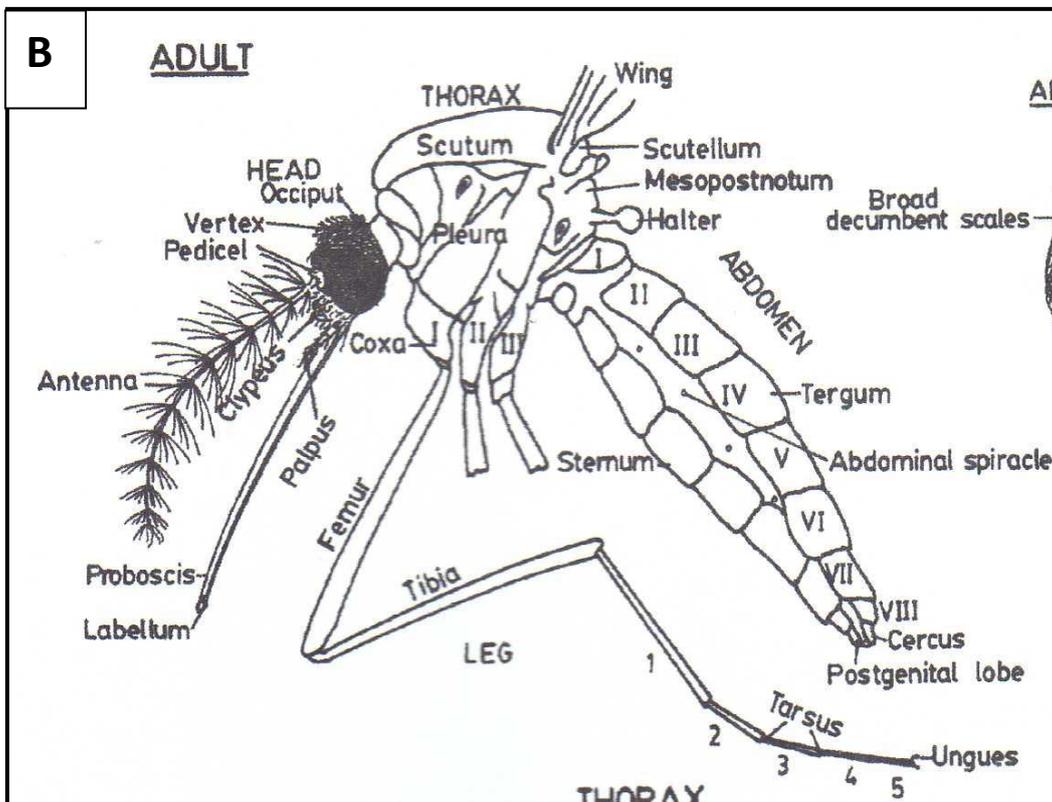
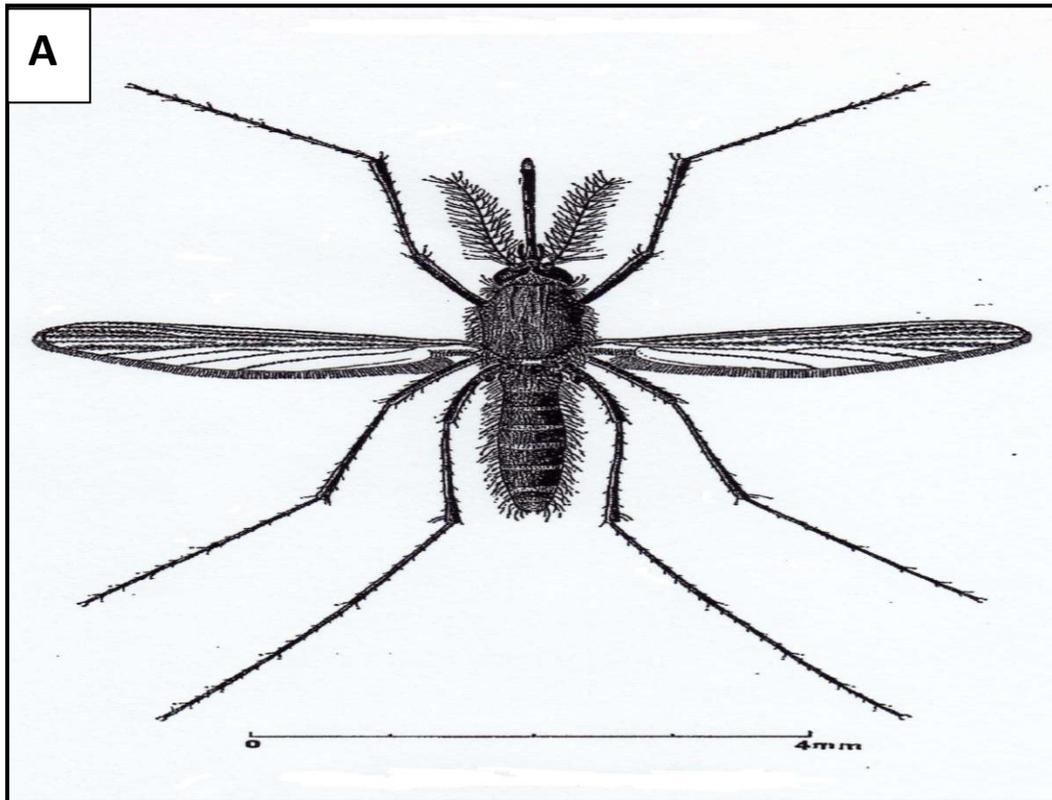


Figure 14. Morphologie générale d'un adulte de moustique

A : (Rageau et Vernent, 1958)

B : (Reuben *et al.*, 1994).

Les trois parties fondamentales du corps du moustique sont bien distinctes :

1) Tête

De forme générale globuleuse, porte :

- Les yeux à facettes, volumineux et presque jointifs (séparés par une bande frontale étroite), souvent de couleur bleue ou vert métallique.
- Une paire d'antennes : 15 articles chez le mâle, 16 chez la femelle ; deux premiers articles appelés respectivement scape et torus. Les articles suivants formant le flagellum portant à leur base des verticilles de soies dont la longueur et le nombre varient suivant le sexe, longues et nombreuses chez les mâle (antennes plumeuses) (Figure 15B), plus courtes et rares chez les femelles (antennes glabres) (Figure 15A).
- Une Pièce buccale de type piqueur suceur (Figure 15) (Himmi *et al.*, 1995).

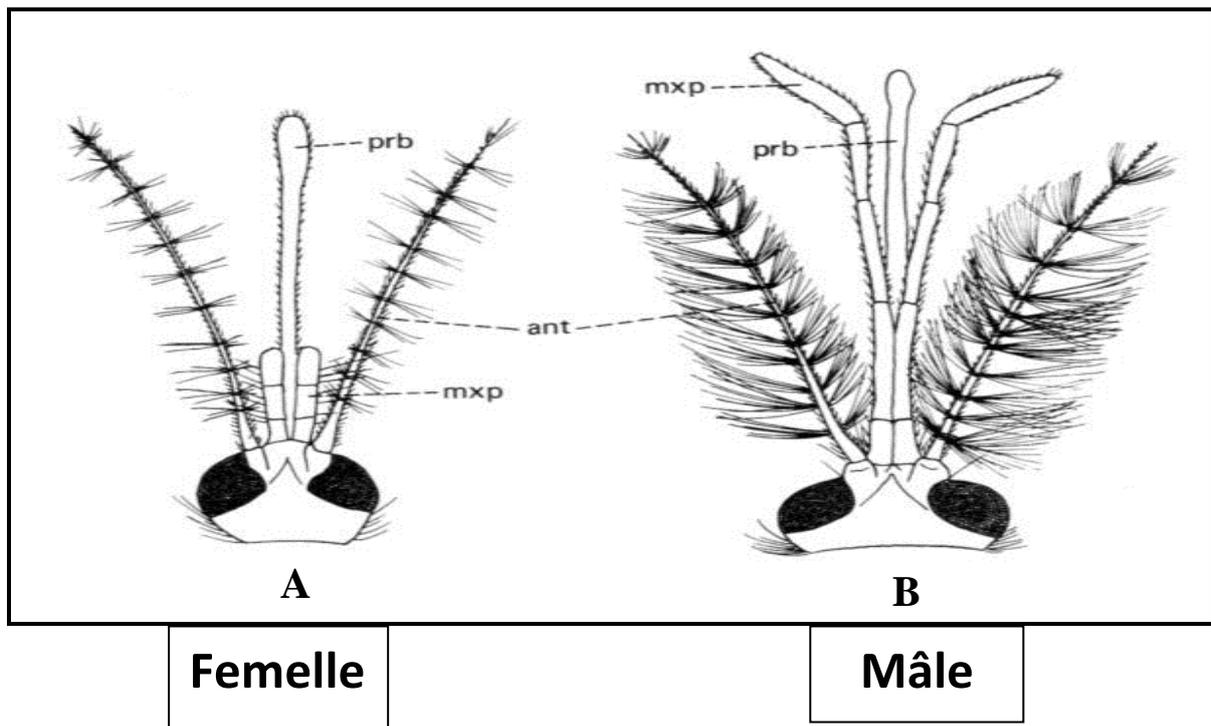


Figure 15. Morphologie générale de la tête chez les moustiques [1]

A : chez la femelle

B : chez le mâle

prb : Proboscis (trompe), ant : antenne, mxp : maxille

2) Thorax

Assez globuleux, comportant trois segments soudés : pro, méso et métathorax dont chacun présente une parie dorsale (tergum) et une parie ventrale (sternum). Les pièces latérales étant les pleures, sur chacun de ces segments s'insère une paire de patte. En outre, le mésothorax, très développé porte une paire de stigmates, une paire d'ailes et un prolongement postérieur et dorsal : le scutellum. Le métathorax porte une paire de stigmates et une paire de balanciers ou (haltères) (Figure 16) (Rodhain et Perez, 1985).

Le thorax est garni d'écailles dont l'arrangement, la forme et la couleur constituent souvent une ornementation spécifique (Himmi *et al.*, 1995).

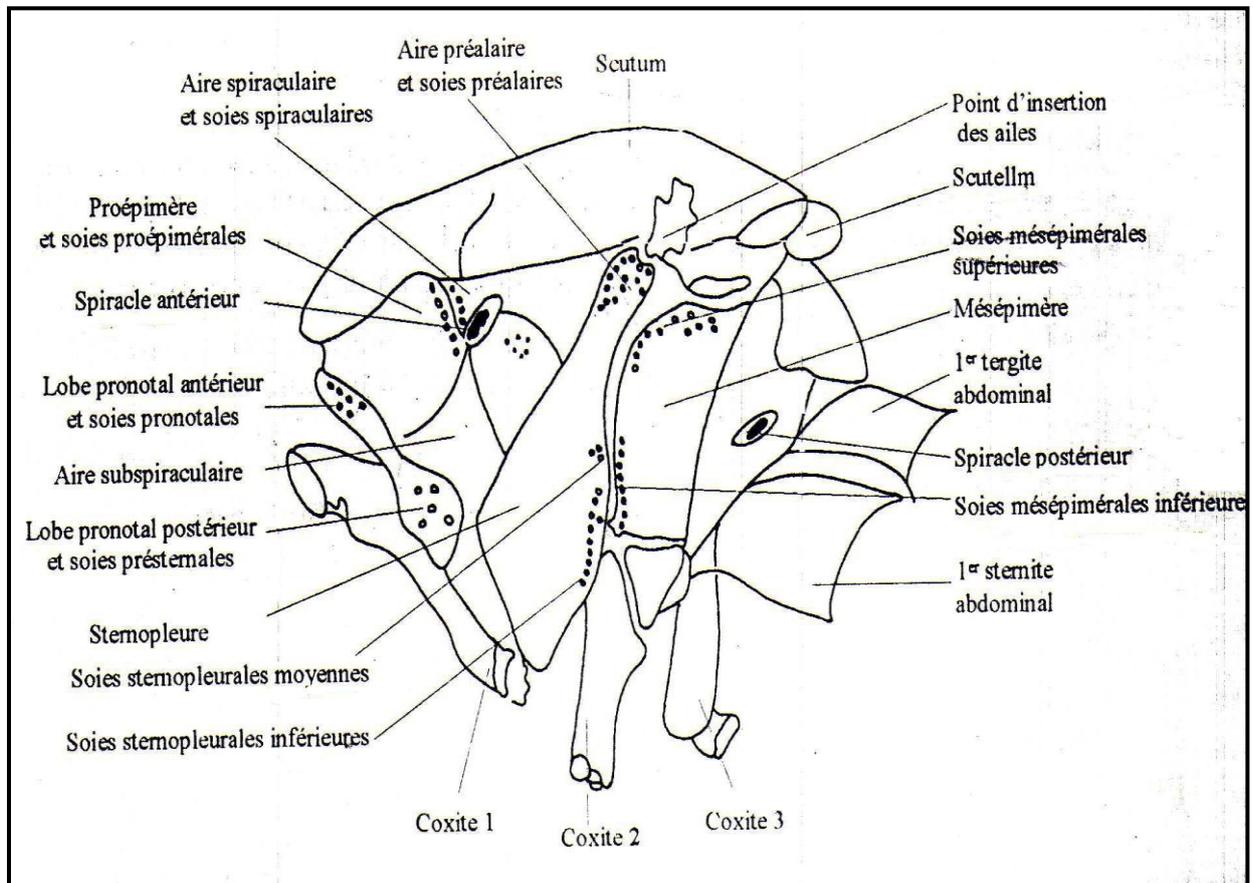


Figure 16. Thorax des Culicidés en vue latérale gauche : pièces pleurales et insertion des soies (Himmi *et al.*, 1995).

➤ Aile

La membrane alaire transparente est soutenue par des nervures longitudinales et transversales délimitant entre elles des cellules. En outre, ces nervures portent des écailles et le bord postérieur de l'aile est orné d'une frange d'écailles de formes, de couleurs et de disposition variée, couvrent également les segments thoraciques et les pattes (Figure 17) (Rodhain et Perez, 1985).

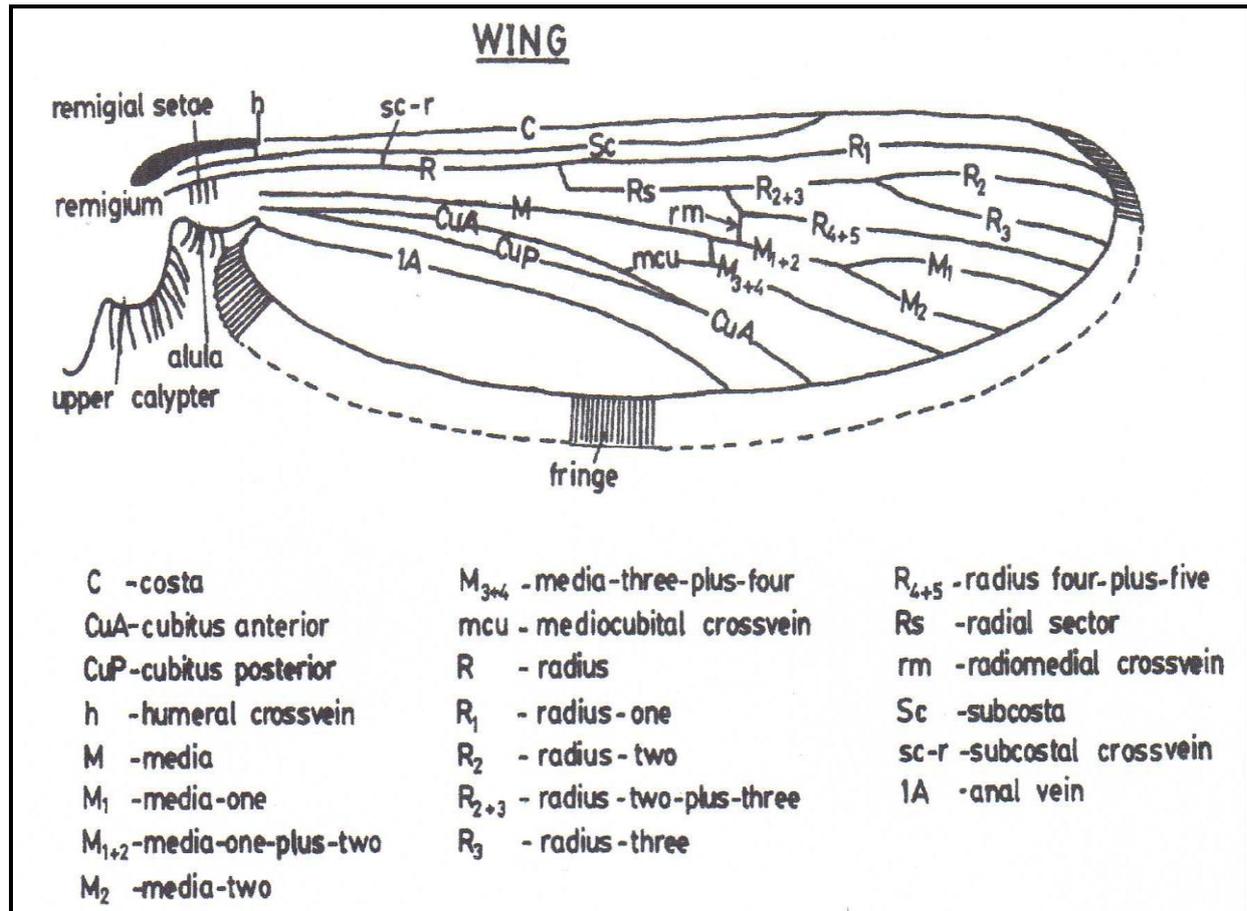


Figure 17. Nervation alaire chez les moustiques (Reuben *et al.*, 1994).

➤ **Pattes**

Chaque patte comprend de sa base à l'extrémité distale : la hanche ou coxa, le trochanter, le fémur, le tibia et un tarse de cinq articles dont le dernier porte deux griffes et parfois un empodium et deux pulvilles (Rodhain et Perez, 1985). Les pattes présentent aussi des caractères taxonomiques, les plus importants sont la longueur relative des cinq tarse, la présence ou l'absence de pulvilli et l'ornementation due aux écailles (Figure 18) (Himmi *et al.*, 1995).

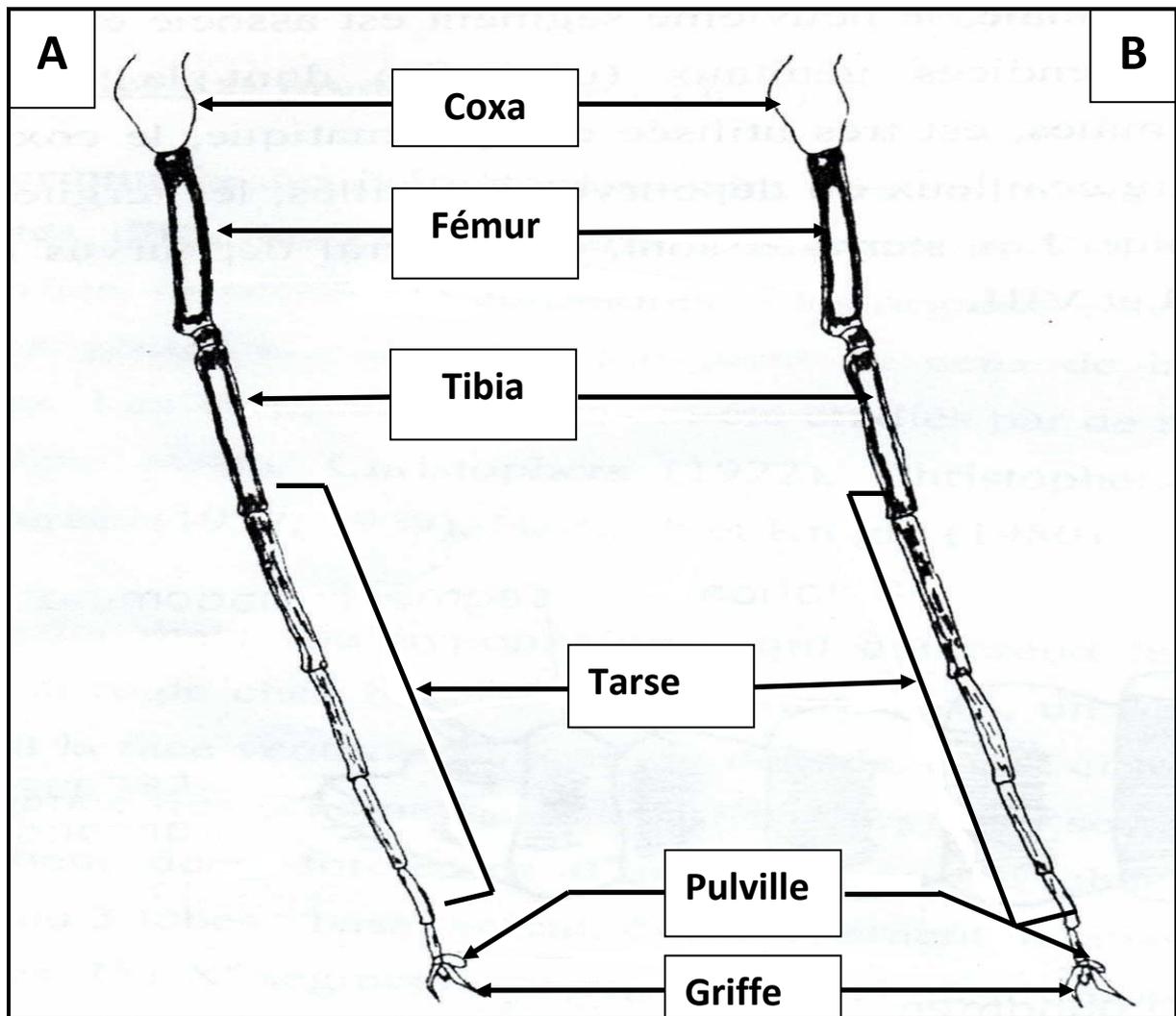


Figure 18. Morphologie des pattes : A : antérieures B : postérieures (Bendali-Saoudi, 2006).

3) Abdomen

Il est mince et allongé (Himmi *et al.*, 1995). Composé de dix segments, dont huit visibles extérieurement, chacun d'eux présente une partie dorsale (tergite) et une partie ventrale (sternite) reliées par une membrane souple latérale, les segments ornés de soies et d'écailles de couleur et de disposition variées (écailles absentes chez les Anophelinae) (Figure 19) (Bendali-Saoudi, 2006).

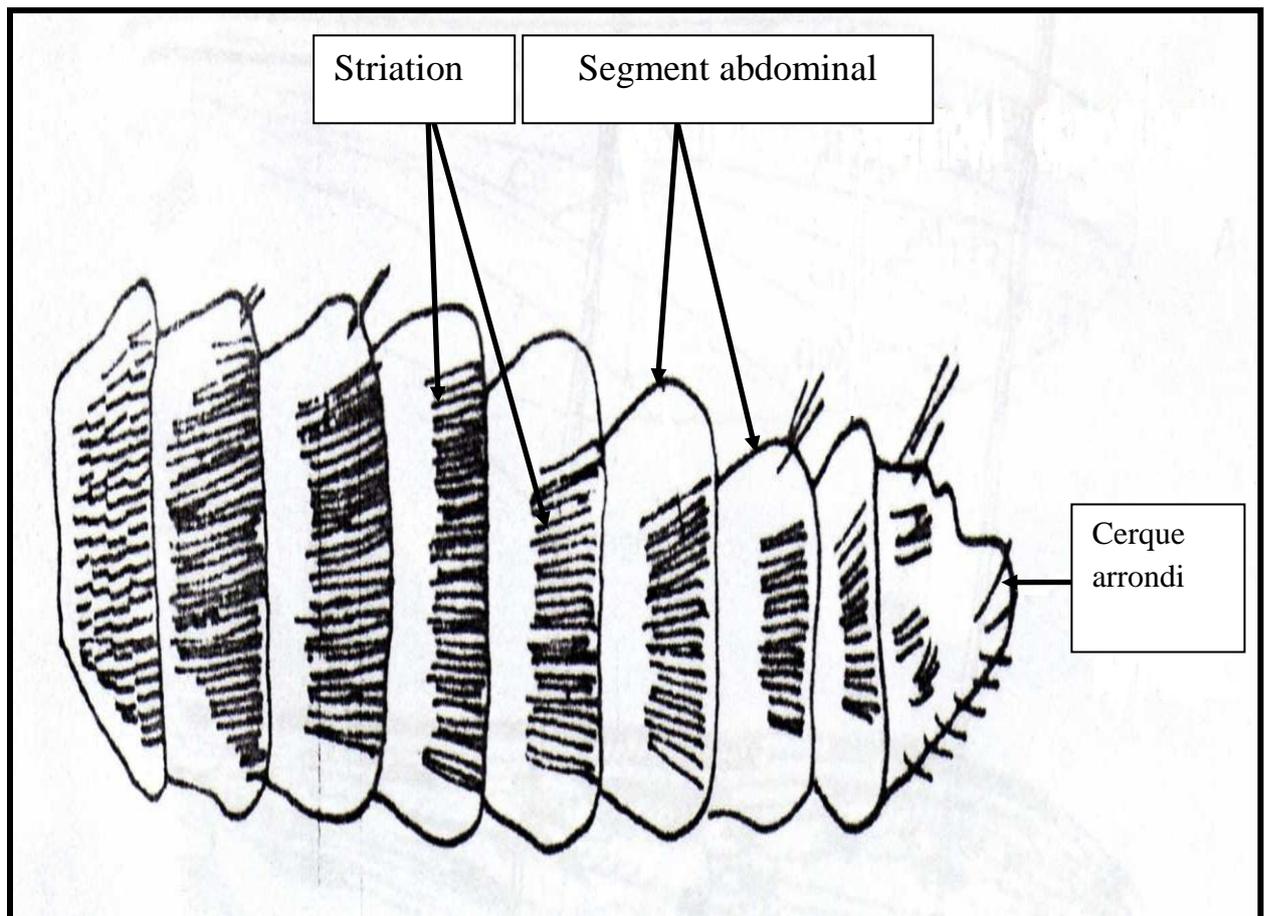


Figure 19. Morphologie de l'abdomen (en vue dorsale) chez la femelle de *Culex pipiens*)

(Bendali-Saoudi, 2006).

Les derniers segments abdominaux (9^{ème} et 10^{ème}) constituant les appendices génitaux (généralia), dont la morphologie très complexe surtout chez les mâles, est très utilisée en systématique (Rodhain et Perez, 1985).

➤ **Hypopygium mâle**

Il est du type circum-versum (durant les 24 heures qui suivent l'émergence de l'adulte, les segments 9 et 10 subissent une rotation de 180° de manière à rendre ventrales, les structures qui étaient dorsales à l'origine et vice-versa) et comporte dorsalement une paire de forcipules, crochets volumineux constitués de trois segments.

- Un segment basal, dit coxite (ou pièce latérale ou basistyle) est volumineux, échancré en gouttière chez *Aedes* et simple chez *Anopheles*, *Culiseta*, *Orthopodomyia* et *Uranotaenia*. Sur la face interne du coxite, un renflement basal (lobe basal) s'observe chez *Culiseta*, lobe apical chez *Aedes* parabaasal chez *Anopheles* et subapical chez *Culex*.
- Le segment distal, dit style (ou disistyle) est allongé et mince.
- Le troisième segment, en forme de griffe surmonte le style.
- La face postéro-interne du coxite donne insertion près de sa base à une paire d'appendices de forme variable : les claspettes qui peuvent être réduites ou absentes chez *Culiseta*, *Orthopodomyia*, *Uranotaenia* et *Culex*.

L'extrémité du Phallosome (ou pénis) peut être munie de lames divisées souvent en dents pointues (folioles) plus ou moins compliquées, difficiles à discerner et très précieuses pour le diagnostic des espèces (Figure 20) (Himmi *et al.*, 1995).

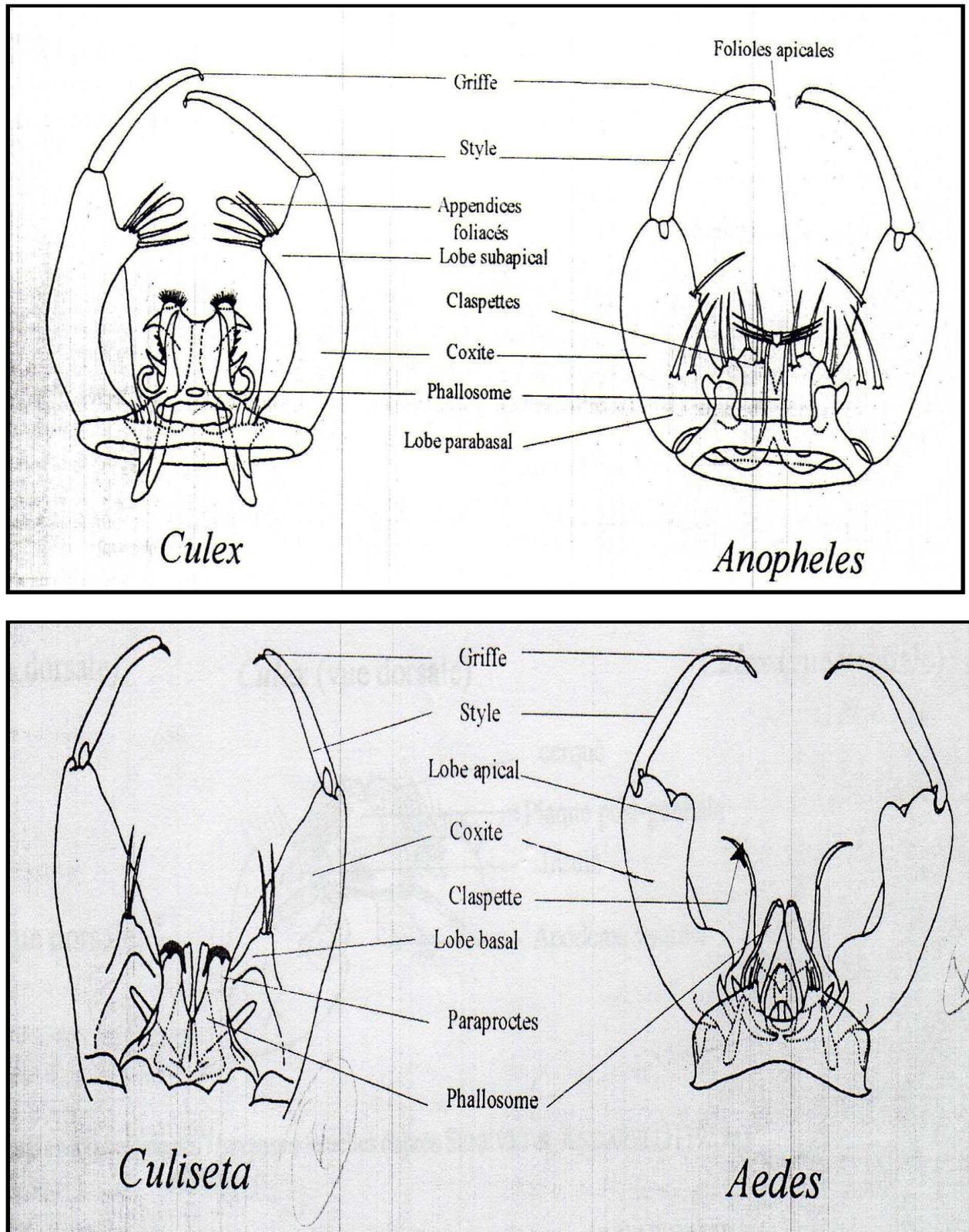


Figure 20. Morphologie externe des hypopygia mâles en vue dorsale chez les genres *Culex*, *Anopheles*, *Culiseta* et *Aedes*. (Himmi et al., 1995).

➤ **Hypopygium femelle**

Il a une morphologie relativement simple et possède un rôle taxonomique mineur ; la plupart des auteurs s'accordent à ne lui attribuer de valeur que dans la seule distinction des genres. Toutefois, nous en présentons une description rapide.

En vue dorsale, en arrière du huitième tergite, une bandelette chitinisée relativement étroite constitue le neuvième tergite, plus en arrière, deux grosses masses, rappelant les coxites de l'hypopygium mâle, forment les cerques entre lesquels s'insère la plaque postgénitale impaire. Une cavité dite atriale, s'ouvre en avant et en dessous des formations précédentes. Son plafond est formé par le cowl qui se prolonge sur les cotés par les plaques atriales. Son plancher est constitué par un anneau appelé « sigma », lui même formé par le prolongement des plaques atriales. La partie médiane postérieure du sigma est renflée en une plaque appelée insula, garnie de soies.

Chez le genre *Culex*, les parois latérales de la cavité atriale sont soutenues par un apodème vaginal chitinisé à ouverture dirigée vers l'avant. Toutes les pièces de l'hypopygium femelle peuvent être plus ou moins télescopées à l'intérieur du VIII^{ème} segment abdominal grâce à une membrane (spermathèque) qui relie le bord postérieur de ce segment au bord antérieur du IX^{ème} segment.

Le nombre de spermathèques chitinisées, les dimensions et la forme de la plaque post-génitale et l'existence (ou absence) d'apodème vaginal constituent les plus importants caractères (distinctifs de genres) portés par l'hypopygium femelle (Figure 21) (Himmi *et al.*, 1995).

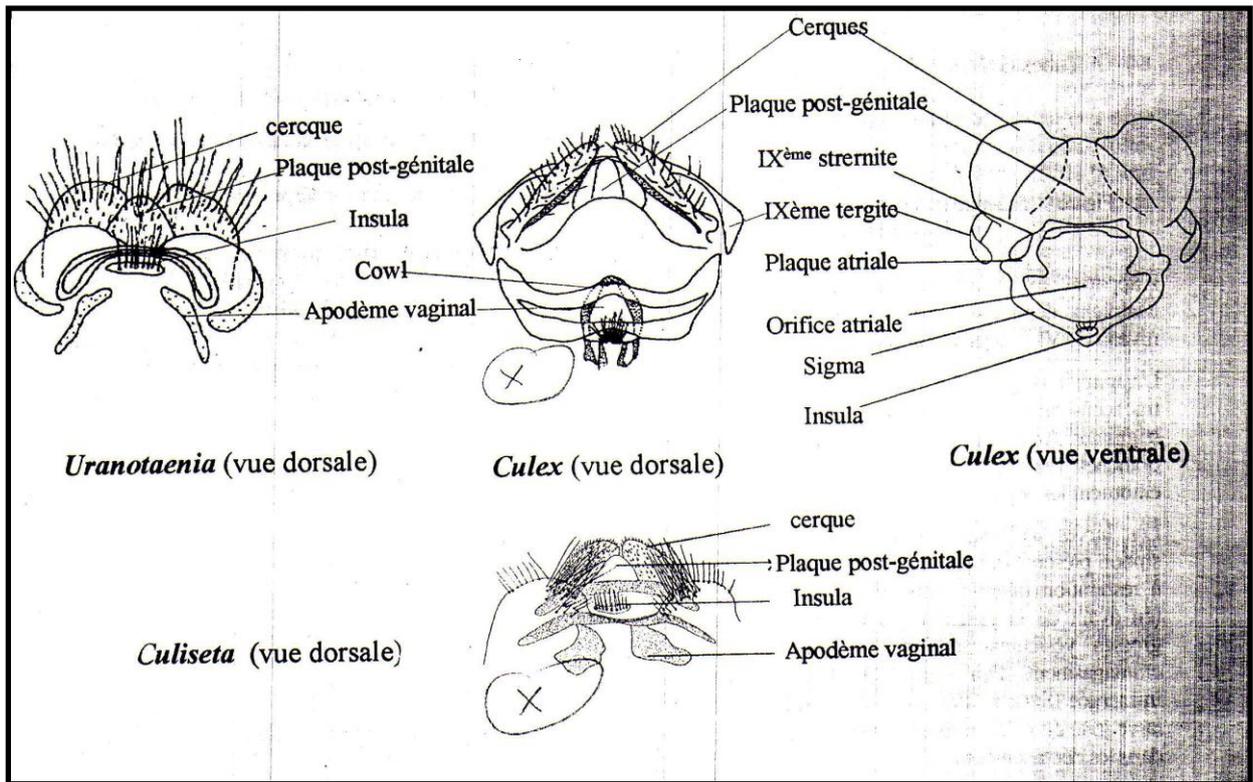


Figure 21 . Morphologie des hypopygia femelle (Himmi *et al.*, 1995).

2. 1. 2. Systématique des Culicidés

a) Les caractères d'identification des Culicidés

La discrimination des taxa individuels implique la reconnaissance des caractères. Ceux-ci sont les caractères des organismes qui peuvent être exprimées de différentes manières, appelées : états. (Debbiche-Zerguine, 2010).

Les états les plus utilisés sont :

- | | | |
|---|---|--------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ○ Les soies (touffes) des antennes ○ Les soies clypéales ○ Soies céphaliques ○ Epines préclypéales ○ Les soies pleurales thoaraciques (pro et métathorax) ○ Le peigne siphonique ○ Les soies siphoniques ○ Peigne de 8^{ème} segment | } | Les larves |
| <ul style="list-style-type: none"> ○ La taille de la nymphe ○ Le nombre de la branche des soies exemple soie A ○ La forme et insertion de la soie A du VII segment ○ Les soies terminales de la nageoire. | } | Les nymphes |
| <ul style="list-style-type: none"> ○ La longueur des palpes ○ Nervure des ailles ○ La présence ou l'absence de pulvilli (les pattes) ○ L'ornementation du thorax ○ L'hypopygium mâle et femelle. | } | Les adultes |

a) Systématique des Culicidés

On divise généralement la famille des Culicidés en trois sous familles : *Toxorhynchitinae*, *Anophelinae* et *Culicinae* en se basant sur différents critères morphologiques visibles tant au niveau des œufs que des stades larvaires et imaginal (Himmi *et al.*, 1995).

➤ Sous famille des *Toxorhynchitinae*

a) Caractères généraux

1) Imago :

- Trompe longue et recourbée vers le bas
- Bord postérieur de l'aile échancré près de la nervure cubitale
- Palpes courts chez les femelles, aussi longs que la trompe chez les mâles
- Moustiques de grande taille aux couleurs souvent métalliques.

2) Larve :

- Siphon présent dépourvu de peigne
- Segment VIII avec une plaque latérale chitinisée mais sans peigne
- Brosses buccales formées d'une dizaine de lamelles aplaties non pectinées

3) nymphe :

- palettes natatoires dépourvues de soie apicale

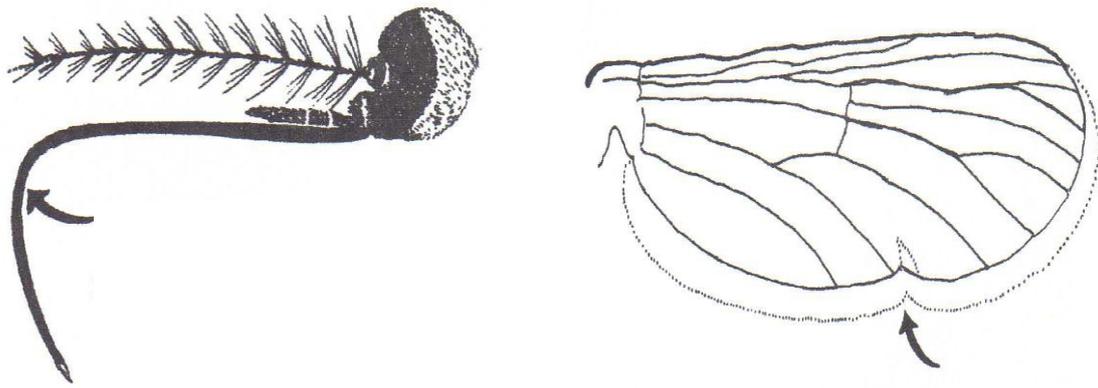
4) Œuf :

- Sphérique ou ovoïde, flottant à la surface de l'eau (Figure 22).

b) Subdivision

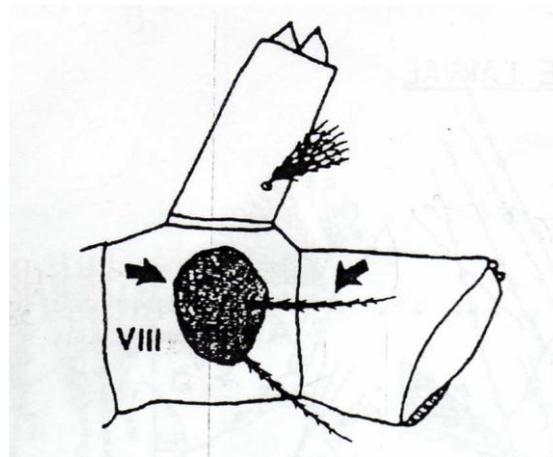
Un seul genre *Toxorhynchites Theobald*, regroupant 66 espèces réparties en trois sous genres :

- *Toxorhynchites*
- *Ankylorhynchus*
- *Lynchiella* (Rodhain et Perez, 1985).



(a)

(b)



(c)

Figure 22. Sous famille des *Toxorhynchitinae*.

(a et b) : (Reuben *et al.*, 1994). C : (Lee et Zorka ,1987).

(a) : La trompe, (b) : l'aile, (c) : Le Siphon.

➤ Sous famille des Anophelinae

a) Caractères généraux

1) Imago :

- Palpes aussi longs que la trompe dans les deux sexes, renflés en raquette à leur extrémité chez les mâles
- Abdomen entièrement (ou presque) dépourvu d'écailles
- 2 spermathèques chez les femelles

2) Larve :

- Siphon respiratoire absent
- Soies palmées et plaques tergaux chitinisées présentes sur segments abdominaux

3) nymphe :

- Palettes natatoires avec 2 soies
- Forte soie en forme d'épine aux angles postérieurs des segments abdominaux IV à VII
- Trompettes respiratoires courtes, évasées et fendues

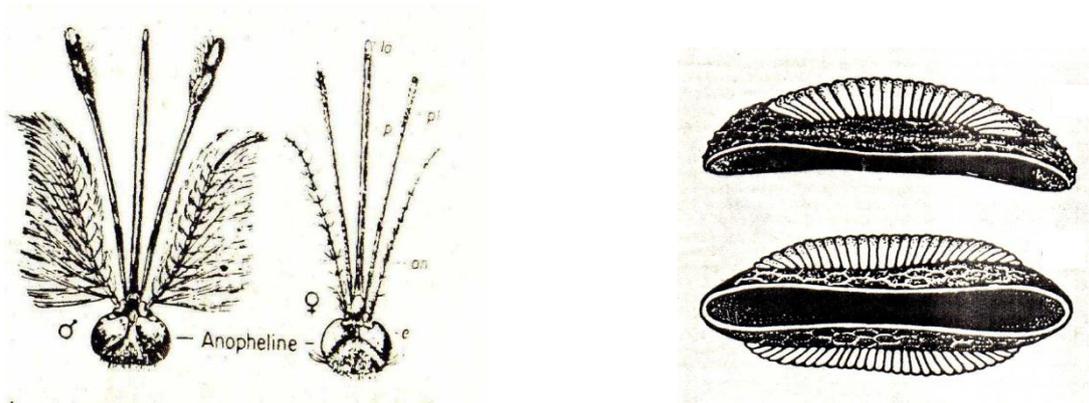
4) Œuf :

- Ovalaire aux extrémités relativement pointues et relevées vers le haut (forme de canoé) muni de flotteurs latéraux pleins d'air, ces œufs se disposent les uns par rapport aux autres de façon à former à la surface de l'eau par le jeu des forces de surface des figures géométriques en étoile (Figure 23).

b) Subdivision

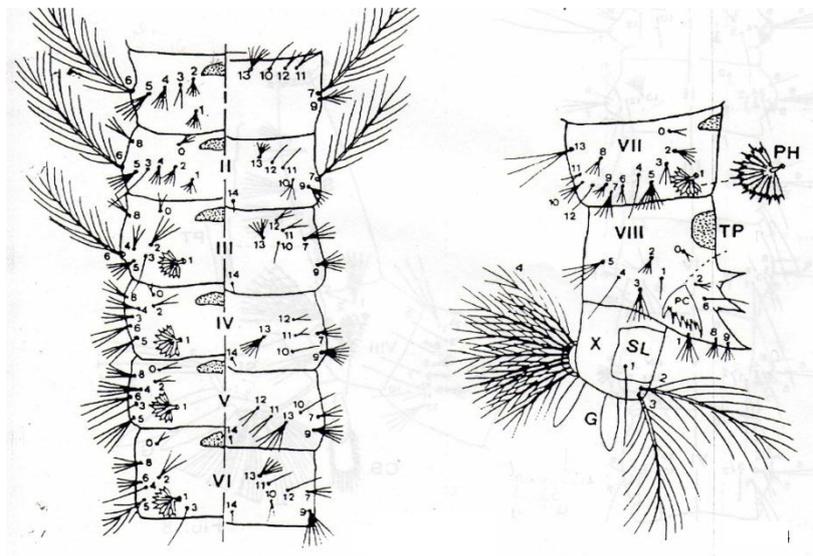
Cette sous famille comporte trois genres : les deux premiers n'ayant aucune importance médicale :

- *Bironella Theobald* : 9 espèces mélanésiennes
- *Chagasia Cruz* : 4 espèces néotropicales
- *Anopheles* : environ 160 espèces dans le monde entier (Rodhain et Perez, 1985).



(a)

(b)



(c)

Figure 23. Sous famille des *Anophelinae*

(a et b) : (Rodhain et Perez, 1985). C : (Lee et Zorka ,1987).

(a) : La tête,

(b) : L'œuf,

(c) : l'abdomen, le 8^{ème} et le 9^{ème} segment.

➤ Sous famille des *Culicinae*

a) Caractères généraux

1) Imago :

- Abdomen recouvert d'écailles
- Palpes courts chez les femelles, longs chez les mâles
- Scutellum trilobé
- 1 ou 3 spermathèques

2) Larve :

- Siphon respiratoire présent
- Peigne de 8^{ème} segment presque toujours présent, parfois inséré sur une plaque chitinisée latérale
- Peigne du siphon présent ou absent

3) nymphe :

- Soies accessoires des palettes natatoires souvent absentes
- Soies non épineuses aux angles postérieurs des segments abdominaux IV à VII.

4) Œuf :

- Soit dépourvu de flotteur (*Aedes*)
- Soit muni d'un flotteur apical (*Culex*) et alors pondu en « barquettes » ou (« radeau ») (Figure 24)

b) Subdivision

La plupart des auteurs s'accordent pour diviser les sous-famille des *Culicinae* en deux tribus :

- Les *Sabethini* figurent 8 genres.
- Les *Culicini* comprennent 21 genres, parmi les quels : *Culiseta*, *Culex*, *Aedes* (Rodhain et Perez, 1985).

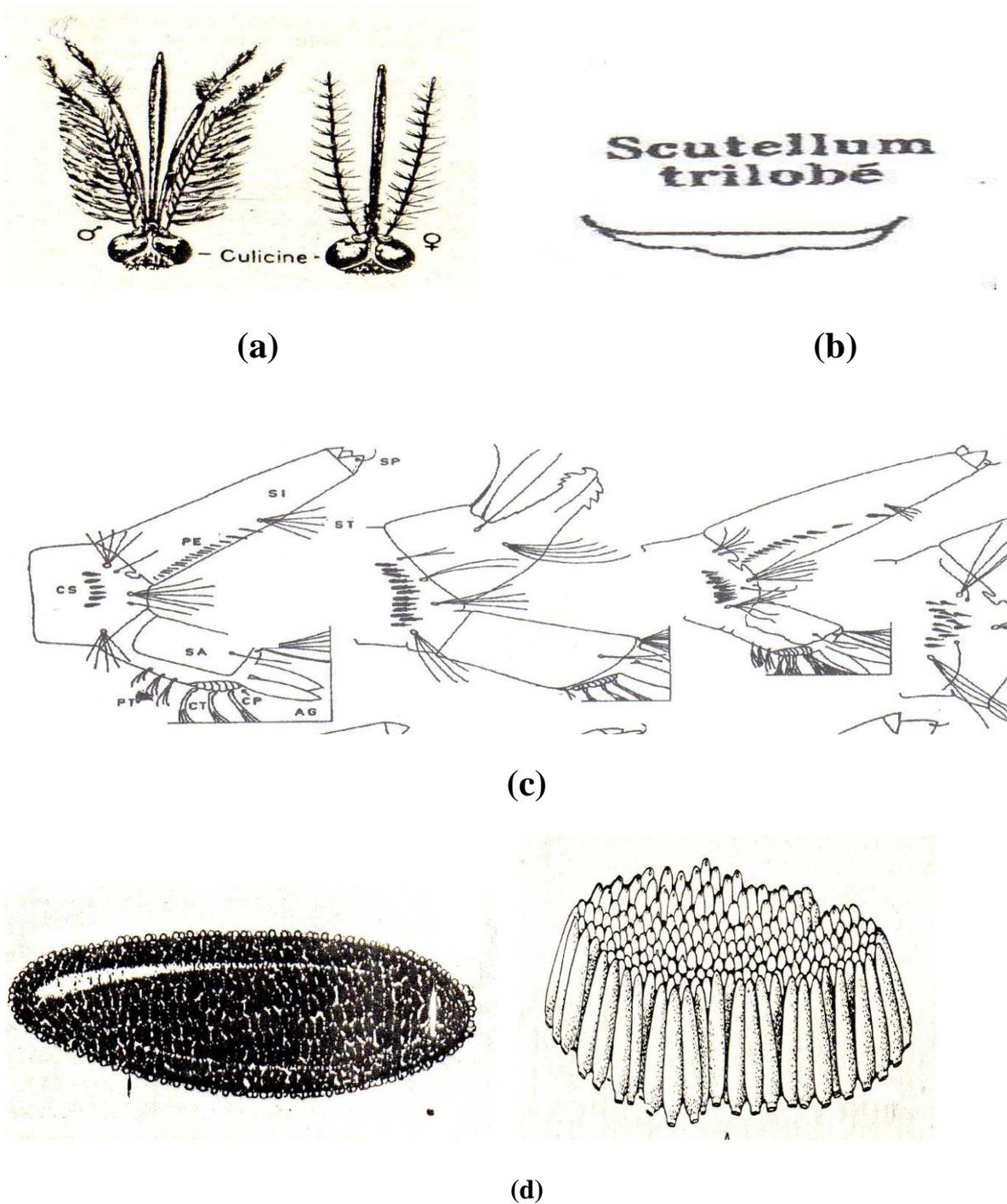


Figure 24. Sous famille des *Culicinae*

(a et d) : (Rodhain et Perez, 1985). (b et c) : (Utrio, 1976).

(a) : La tête, (b) : Le scutellum, (c) : Les différentes formes de Siphon, (d) : L'œuf

2. 1. 3. Biologie des Culicidés

a) Les larves

Le développement embryonnaire des Culicidés donne naissance à une larvule. Quatre mues successives permettent de distinguer quatre stades larvaires dont la durée est variable en fonction du milieu et des saisons. La durée de la vie larvaire peut ainsi être réduite à moins d'une semaine (en été), alors qu'elle peut durer plus d'un mois (en hiver) (Chakri, 1992 et Himmi *et al.*, 1995).

- **Habitat**

Les larves des Culicidés sont aquatiques et vivent généralement par petits groupes (essaims) près de la surface des eaux stagnantes, elles fréquentent une large gamme de types d'habitats, y compris des eaux fortement souillées qui peuvent constituer des milieux préférentiels pour certaines espèces de *Culicinae* (Himmi *et al.*, 1995).

Les gîtes larvaires sont constitués par des collections d'eau dont le type est extrêmement variable suivant l'espèce, on peut opposer :

Les eaux courantes, stagnantes, les eaux à forte teneur en sels minéraux (moustiques halophiles des eaux salées comme *Culex* et *Aedes* et les eaux à très faible salinité exemple *Anopheles*, les eaux ombragées (espèces sclaphiles) et les eaux ensoleillées (espèces héliophiles), dans les gîtes de grandes dimensions (rivage de lacs, de grands fleuves) et les gîtes de très petite taille (tige de bambou, feuille morte, creux d'arbre, empreintes de pas), les gîtes permanents, en eau toute l'année et les gîtes temporaires (asséchés par exemple en saison sèche), les gîtes naturels (mares, rivières creux d'arbre...) et les gîtes artificiels (récipients de stockage d'eau, boîtes de conserves abandonnées) (Rodhain et Perez, 1985).

- **Alimentation**

Les larves de moustiques très mobiles, plongent en profondeur lorsqu'elles se sentent menacées ou pour la recherche de leur nourriture : éléments planctoniques (bactéries, algues microscopiques protozoaires...), parfois proies plus volumineuses comme des larves de *Chironomes* ou même d'autres *Culicides* pour des espèces carnivores (*Toxorhynchites*). Les pièces buccales sont du type broyeur (Rodhain et Perez, 1985).

Les larves des Culicidés sont nageuses, très mobiles, elles se déplacent grâce à des torsions du corps (Himmi *et al.*, 1995). Au repos les larves se trouvent sous la surface respirant l'air atmosphérique. (Rodhain et Perez, 1985).

Les larves de *Culicinae* pourvues d'un siphon se tiennent obliquement dans l'eau, la tête vers le bas alors que celles des *Anophelinae* dépourvues de siphon se tiennent horizontalement parallèlement à la surface de l'eau. Les larves du genre *Mansonia* en revanche enfoncent leur siphon dans les plantes aquatiques pour puiser leur oxygène (Himmi *et al.*, 1995).

b) Les nymphes

La nymphe également aquatique est mobile et ne se nourrit pas durant toute la durée de ce stade, généralement 1 à 4 jours. Elle prélève l'air atmosphérique grâce à ses deux trompettes respiratoires.

Le stade nymphal est un stade de transition au métabolisme extrêmement actif, au cours duquel l'insecte subit de très profondes transformations morphologiques et physiologiques (Rodhain et Perez, 1985).

A la fin de sa vie, la nymphe s'immobilise à la surface de l'eau. Une fente se forme alors au niveau de l'exuvie d'où sort l'insecte parfait (Himmi *et al.*, 1995)

- **L'émergence**

A la fin de stade nymphal, le tégument de la nymphe se fend sur le dos suivant une ligne longitudinale, par cette ouverture, le moustique adulte dégagera successivement son thorax, sa tête, ses pattes et son abdomen abandonnant dans l'eau l'exuvie nymphale. Ce phénomène de l'émergence dure environ 15 minutes durant lesquelles l'insecte se trouve exposé sans défense à de nombreux prédateurs de surface.

L'émergence est donc une phase particulière délicate dans la vie du moustique et la mortalité est alors souvent élevée (jusqu'à 80% de la population dans certains cas). En élevage, on constate que l'émergence des mâles a lieu en moyenne 24 heures avant celle des femelles (Rodhain et Perez, 1985) (Figure 25).



Figure 25. Phénomène de l'émergence chez les moustiques [2].

b) Les imagos

Les moustiques mâles ne sont pas hématophages, ils se nourrissent de sucs d'origine végétale, leur longévité est relativement faible, leur seul rôle important est de participer à la reproduction en fécondant les femelles.

Les femelles de la plupart des espèces ont un régime surtout hématophage, les substances résultant de la digestion du sang absorbé sont utilisées en parties pour la nutrition mais surtout pour assurer la maturation des œufs. Le repas de sang conditionne donc la ponte (Rodhain et Perez, 1985).

Avant chaque ponte, les femelles hématophages dites anautogènes ont généralement besoin d'un repas sanguin qui leur apporte les protéines nécessaires à la maturation de leurs ovocytes, cependant certaines espèces dites autogènes peuvent pondre une première fois sans prendre de repas sanguin (Himmi *et al.*, 1995). La quantité de sang ingérée peut varier de 4 à 10 mm³ (Rodhain et Perez, 1985).

Le régime hématophage entraîne pour les femelles, la nécessité de rechercher un hôte convenable ce qui favorise leur dispersion à partir du gîte d'origine. Les hôtes des moustiques peuvent être des mammifères, des oiseaux, des reptiles ou des batraciens (Rodhain et Perez, 1985).

La longévité des moustiques femelles dans la nature est difficile à apprécier (les longévités observées en laboratoire sont toujours supérieures puisqu'alors les insectes ne sont pas exposés aux prédateurs ou à des conditions météorologiques défavorables). Elle semble être

habituellement de l'ordre de 3 semaines à 3 mois. Dans les régions tempérées, survivent ainsi durant 4 à 6 mois. Dans la plupart des cas, les femelles ne s'accouplent qu'une fois et conservent les spermatozoïdes dans leurs spermathèques (jusqu'à plus de 10 mois) (Rodhain et Perez, 1985).

Les *Culicidae*, en particulier les femelles ont une capacité de vol leur permettant de s'éloigner de leur lieu d'émergence pour chercher leur repas sanguin, ce sont des insectes nocturnes fortement attirés par la lumière artificielle. Durant la journée, ils sont au repos soit sur la végétation qui entoure le milieu aquatique d'où ils sont issus, soit dans des bâtiments selon leur degré d'anthropophilie. Trois catégories de moustiques peuvent être distinguées :

- **Moustiques domestiques (endophiles)** : qui passent la plus grande partie de leur vie dans les habitations humaines ou les écuries.
- **Moustiques subdomestiques** : qui ne pénètrent dans les maisons que pour se nourrir et regagnent ensuite leurs gîtes extérieurs (trous d'arbres, sous les feuilles, rochers..).
- **Moustiques sauvages (exophiles)**: qui ne pénètrent jamais dans les habitations.

Lors de l'accouplement les mâles des Culicidés, recherchent les femelles occupées à sucer le sang ou posées sur un substrat quelconque : ce sont les moustiques stérrogames, d'autres espèces ne s'accouplent qu'en sol : ce sont des moustiques eurygames. *Culex pipiens* possède des populations stérrogames et eurygames (Bendali-Saoudi, 2006).

L'accouplement ne dure que quelques secondes, un seul mâle peut s'accoupler avec plusieurs femelles à intervalles plus ou moins rapprochés, aussitôt après sa libération la femelle recherche un lieu de ponte (Bendali-Saoudi, 2006).

Au temps de la ponte les femelles recherchent habituellement avec un soin particulier les endroits les plus favorables où disposent leurs œufs. Le nombre des œufs pondus est très variable, de quelques centaines à quelques milliers selon les espèces (Tachet *et al.*, 2000).

Le mode de ponte chez les Culicidés varie suivant les genres, les œufs sont généralement déposés la nuit isolément à la surface des eaux immobiles (*Anopheles*) ou encore en masses ayant la forme d'une nacelle (*Culex*) (Bendali-Saoudi, 2006).

2. 1. 4. Les moustiques et la transmission des maladies

Tous les moustiques ne piquent pas l'homme, mais par le biais du repas de sang, les espèces qui le font représentent une menace, car elles sont potentiellement vecteurs de pathogènes, transmis à l'hôte par la salive injectée au cours de la piqûre. Les moustiques sont ainsi impliqués dans la transmission de dizaines de maladies humaines ou vétérinaires, certaines tristement célèbres comme le paludisme, la dengue (Dfigallier *et al.*, 1988, Sérandour, 2007).

Un vecteur de maladie est un organisme qui est amené, de par son mode de vie, à prélever un agent pathogène (qui cause une maladie) sur un vertébré infecté et, après une phase d'évolution biologique en général obligatoire, le transmet activement à un autre vertébré sain. Ces organismes sont presque toujours des arthropodes hématophages (qui se nourrissent de sang) (Guillaumot, 2005).

2. 2. Les Gastéropodes

Les Gastéropodes représentent 75% de toutes les espèces de Mollusques modernes (Campbell et Reece, 2007). La plupart d'entre eux vivent dans la mer, mais beaucoup vivent en eau douce et d'autre encore comme les Escargots et les Limaces se sont adaptés à la vie sur la terre ferme (Campbell et Reece, 2004).

2. 2. 1. Morphologie

a) Tête

La tête de la plupart des Gastéropodes comporte une bouche, des yeux et des tentacules, ces derniers qui sont des organes sensoriels, peuvent bouger dans toutes les directions. Chez *Physa fontinalis*, ils sont longs et terminés en forme de soie (Engelhardt *et al.*, 1998).

La bouche qui mène à la cavité buccale, contient un organe appelé radula ; c'est une structure buccale chitineuse, dure et dentée, sert pour détacher la nourriture en petits morceaux à l'intérieur de la cavité buccale (Mathieu, 1995).

Les yeux peuvent être situés à la base, sur le pédoncule (Basommatophores), ou à l'extrémité des tentacules (Prosobranches) (Figure 26) (Maissiat *et al.*, 2005).

b) Pied

Le pied constitue la principale masse charnue visible de l'extérieur, il forme une sole de reptation (ou une nappe natatoire) riche en cellule glandulaire muqueuse et ciliées, isolées ou regroupées, étirées à l'arrière en forme de queue. Il sert à la locomotion et à l'adhérence (Figure 26) (Maissiat *et al.*, 2005).

b) Masse viscérale

La masse viscérale surmonte le pied, enroulée dans la coquille, elle contient la plupart des organes internes : l'organe digestif, l'organe respiratoire, l'organe génital et le cœur (Figure 26) (Djurđ, 2000).

c) Le Manteau

Le manteau est une membrane protectrice qui entoure la masse viscérale, il fait la sécrétion de l'hypostracum (Figure 26) (Djurđ, 2000).

d) Coquille

Le corps des Gastéropodes mou est protégé par une coquille calcaire univalve enroulée en hélice dans le sens dextre ou sénestre (Vasseur et Blot, 1993). Elle est formée de trois couches qui sont de l'extérieur vers l'intérieur :

- ✓ Le périostracum uniquement protéine
- ✓ L'ostracum, formés de carbonates de calcium (CaCO_3)
- ✓ L'hypostracum constitué par alternance de lamelle de CaCO_3 et de protéine (Lozet et Dejean-Arrecgros, 1977).

La coquille des Gastéropodes contient : Les sutures, bord columellaire, ombilic et l'ouverture qui est quelque fois fermée par un opercule (Figure 27) (Mouthon, 1980).

Les coquilles des Gastéropodes est éminemment variable de forme, de grandeur et de coloris.

Chez les Prosobranches, elle est généralement spiralée et dextre (ouverture à droite).

Chez les Pulmonés, elle est : soit spiralée conique et dextre (Lymnaeidae), sénestre (Physidae), soit en forme de chapeau chinois (Ancylidae) ou discoïde aplatie (Planorbidae) (Tachet *et al.*, 2000)

La coquille sert principalement de protection contre les prédateurs et la déshydratation (période de sécheresses) (Mathieu, 1995).

➤ La Torsion

La caractéristique la plus marquante des Gastéropodes est la torsion qu'ils subissent au cours de leurs développements embryonnaires. Pendant ce processus, la masse viscérale fait une rotation de 180° , ce qui amène l'anus de la cavité palléale en position antérodorsale près de la tête.

La torsion et l'enroulement des viscères ont entraîné un enroulement de la coquille, qui devient spiralée.

On pense que ce processus est une adaptation permettant à la larve Gastéropode de s'enfouir complètement dans sa coquille pour se protéger (Campbell et Reece, 2007).

Cette torsion présente des avantages puisqu'elle place les branchies face au courant, ce qui permet une meilleure arrivée d'oxygène. Le gros inconvénient de cette torsion réside dans la

position de l'anus qui se trouve, à ce moment, tout à côté des branchies, évacuant les déchets dessus (Figure 28) (Campbell et Reece, 2007).

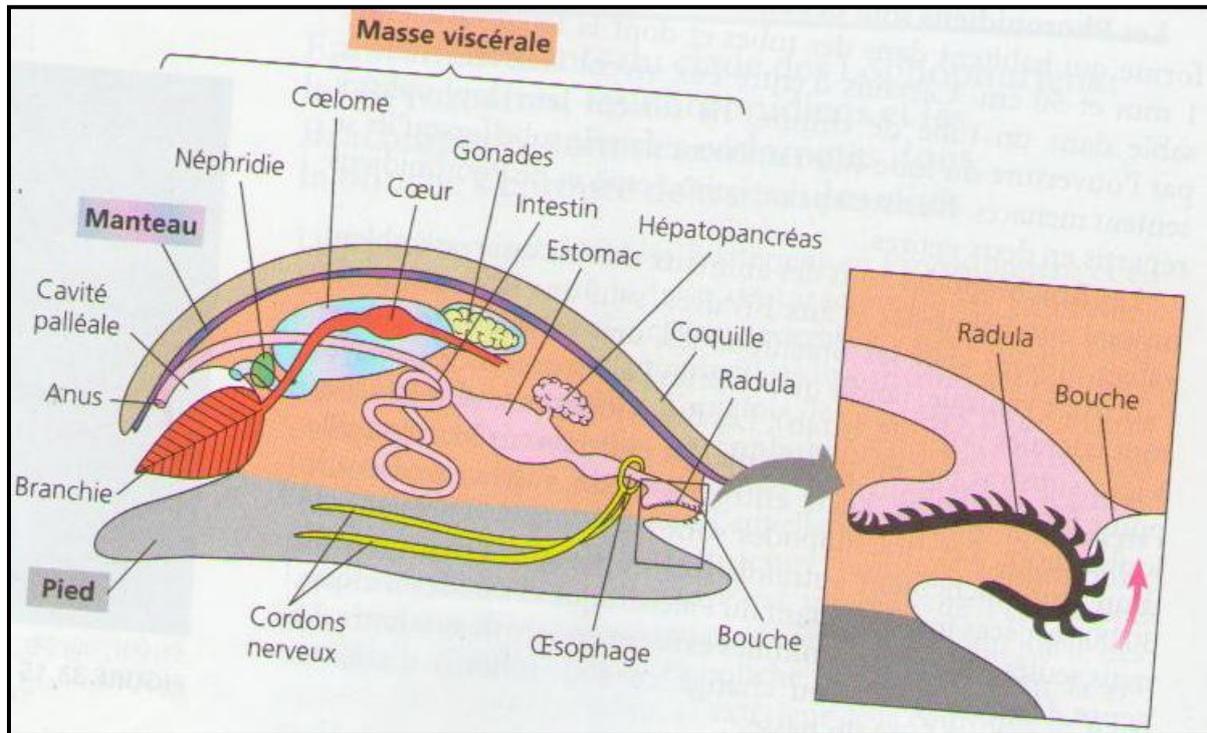


Figure 26. Plan d'organisation corporelle typique des Gastéropodes (Campbell et Reece, 2004)

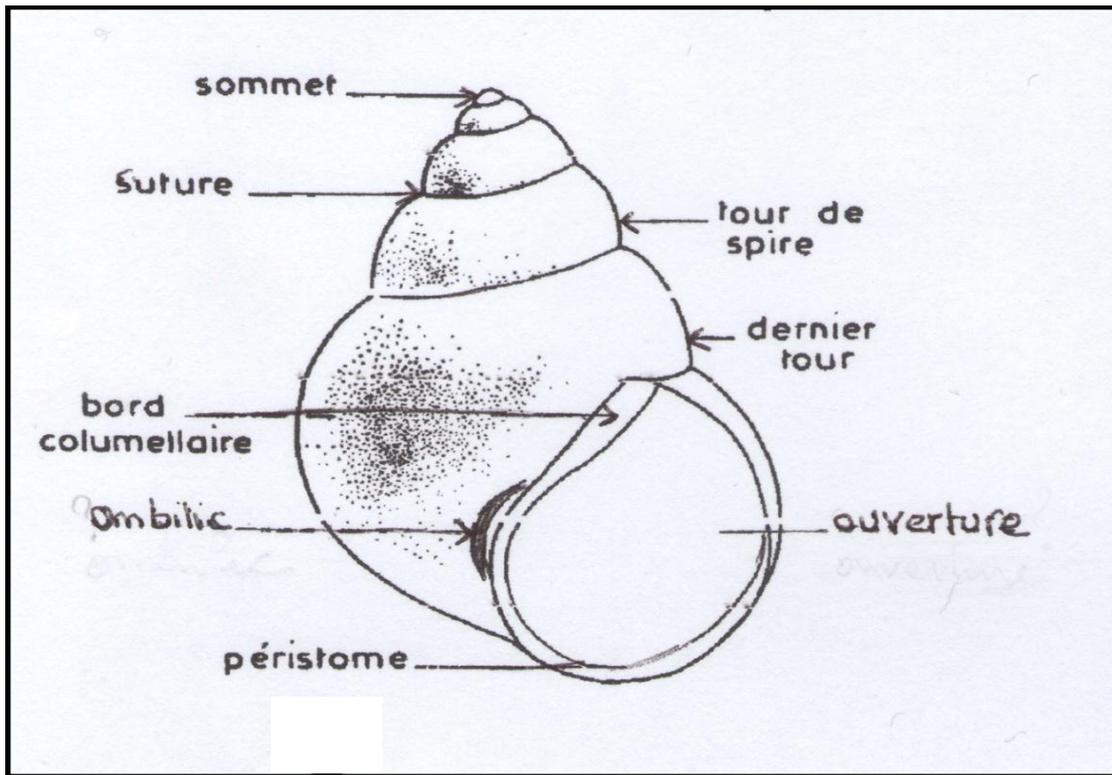


Figure 27. Vue externe d'un Gastéropode (Mouthon, 1980).

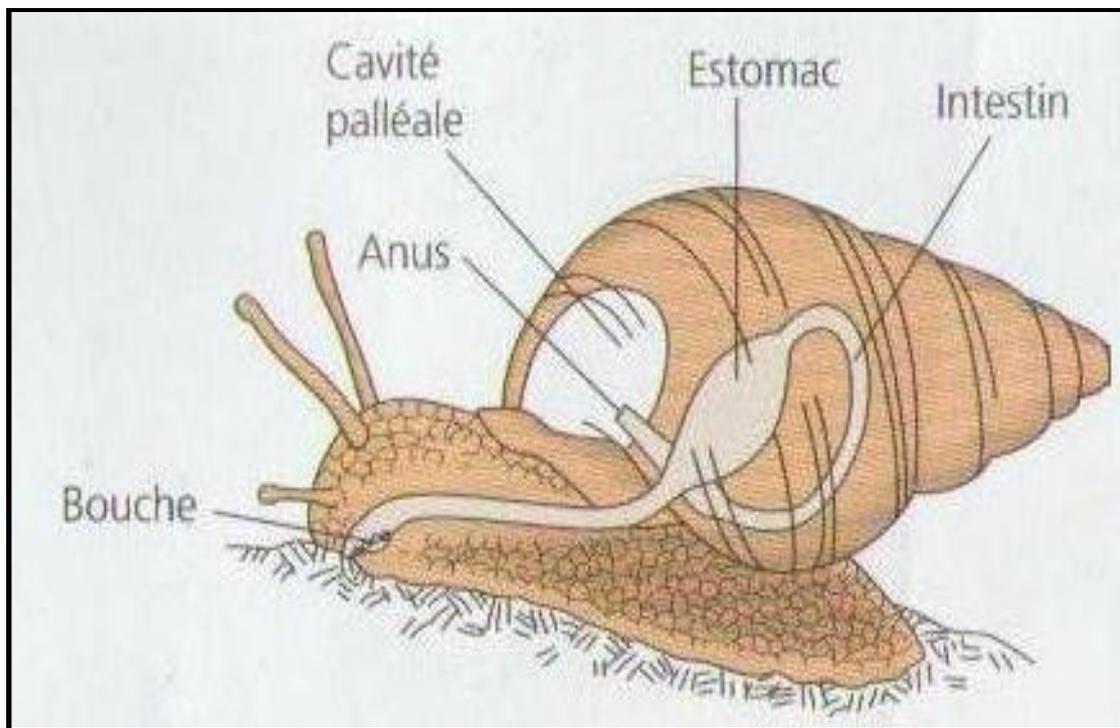


Figure 28. Résultat de la torsion chez un Gastéropode (Campbell et Reece, 2004)

2. 2. 2. Systématique

Les gastéropodes se rencontrent en mer, dans les eaux douces ou saumâtres et sur terre, ils représentent environ trois quarts des formes actuelles de Mollusques et comprennent au moins 1650 genres répartis en trois sous classes (La rousse, 1974)

Sous classe 1 : Les prosobranches

Ils sont presque tous marins rarement dulcicoles ou terrestres, les sexes sont généralement séparés, la coquille est bien développée. Il existe souvent un opercule, pièce rigide (soit organique, soit calcaire) attachée à la face dorsale du pied qui permet la fermeture hermétique de la coquille lors de la rétraction de l'animal. Ils subissent une torsion complète de 180° et sont streptoéneures : la cavité palléale est ramenée en avant vers la droite et les branchies sont situées en avant d'où le nom de prosobranches.

On distingue 3 ordres en faisant appel à divers critères de classification : la nature de la radula, l'organisation des branchies, du cœur et des reins.

- **Les Archéogastéropodes**

Ce sont les plus primitifs des Prosobranches, ils sont tous marins et généralement herbivores.

La spiralisation de leur masse viscérale étant faible, ils possèdent généralement deux branchies, deux reins et deux oreillettes.

- **Les Mésogastéropodes**

Ils constituent le groupe le plus nombreux et le plus varié parmi les Prosobranches. Ils ne possèdent plus en général qu'une branchie, un rein et une oreillette, le plus souvent herbivores certains cependant sont carnivores et se nourrissent des lamellibranches et d'autres même sont parasites d'Echinoderme.

- **Les Néogastéropodes**

Les plus évolués des Prosobranches. Ils sont carnivores, leur coquille généralement ornée porte une échancrure pouvant se prolonger par un canal parfois très long permettant le passage du siphon qui est une expansion du manteau faisant communiquer la cavité palléale avec l'extérieur, la tête se prolonge presque toujours par une trompe exsertile (Murex)

Sous classe 2 : Les Opisthobranches

Ils sont tous marins et hermaphrodites. La flexion endogastrique du corps étant peu accentuée, la masse viscérale est peu saillante, la torsion est incomplète et ne dépasse jamais 90°.

Il n'existe en général qu'un seul rein et une seule oreillette, la coquille tend aussi à régresser elle est souvent interne ou même totalement absente. On y reconnaît deux ordres :

- **Les Tedibranches**

La cavité palléale située vers la droite renferme (d'où le nom du groupe) une seule branchie tournée vers l'arrière.

- **Les Nudibranches**

La cavité palléale peut régresser totalement : dans ce cas les branchies sont remplacées par des néoformations tégumentaires externes.

Sous classe 3 : Les Pulmonés

Généralement d'eau douce ou terrestres exceptionnellement marins, ils n'ont pas de branchies, la respiration étant assurée par le plafond de la cavité palléale transformée en « poumon » qui communique avec l'extérieur par un pneumostome. Il existe un seul rein et une seule oreillette, la torsion est aussi accentuée que chez les Prosobranches, mais le système nerveux étant très ramassé (céphalisation) la commissure viscérale est courte et non croisée, l'appareil génital hermaphrodite est très complexe, il y a généralement accouplement avec fécondation croisée mais l'autofécondation est souvent possible pour les animaux isolés. Le développement est direct sans forme larvaire libre. On distingue deux ordres de Pulmonés :

- **Les Basommatophores**

Ils vivent en eau douce, mais viennent respirer l'air à la surface. Une seule paire de tentacules contractiles non invaginables à la base desquels se trouvent les yeux, coquille toujours présente exemple *Limnea*

- **Les Stylommatophores**

Ils sont presque tous terrestres, ils ont deux paires de tentacules rétractiles, les tentacules supérieurs portent les yeux à leur extrémité (Ridet *et al.*, 1992)

2. 2. 3. Biologie

a) Le régime alimentaire :

Les Gastéropodes d'eau douce sont fondamentalement herbivores ou détritivores. Ils ne sont jamais prédateurs ils peuvent occasionnellement se nourrir d'animaux morts :

Acroloxus lacustris rampe lentement le long des tiges de roseaux et broute la couche de Diatomées et de Cyanophycées (Engelhardt *et al.*, 1998).

Lymnaeidae : (brouteurs) broutent la végétation aquatique avec leur radula et déchiquettent les algues qui recouvrent le substrat en plus ils mangent des œufs.

Ancylidae : racleurs de substrat (Leveque, 2001)

Planorbarius corneus, *Valvata* : Détritivores (Angelier, 2000).

b) La respiration et circulation

Les branchies ou les poumons permettent les échanges gazeux (Vasseur et Blot, 1993) ;

Chez les Prosobranches la respiration est exclusivement branchiale

Chez les Pulmonés elle se fait par un poumon (*Lymnaeidae*, *Physidae*) directement à travers les téguments (*Ancylidae* et *Ferrissidae*) ou grâce à une expansion du manteau qui joue le rôle de branchies (*Planorbidae*) (Tachet *et al.*, 2000)

Les petits Planorbes qui habitent les étangs respirent l'air atmosphérique, lorsque l'eau est recouverte d'une couche de glace, ils se mettent à respirer dans l'eau.

Une Limnée ne peut pas utiliser l'oxygène dissout dans l'eau, elle doit donc de temps en temps venir à la surface, ouvre son orifice respiratoire (Pneumostome), et laisse entrer l'air frais dans son poumon (Engelhardt, 1998).

Le système vasculaire est complètement clos et le sang transporte l'oxygène à travers tout le corps (Vasseur et Blot, 1993).

c) Reproduction et développement

Chez les Prosobranches, sauf chez les *Valvata* (Valvatidae), les sexes sont séparés : *Viviparus viviparus* (Viviparidae), *Theodoxus sp* (Neritidae), Hydrobidae.

Les périodes principales de reproduction ont lieu au cours du printemps et au début de l'hiver. Les représentants des Basommatophores (Pulmonés) sont toujours hermaphrodites et ovipares (Vandamme, 1988).

Lors de l'accouplement des Planorbidae, l'un joue le rôle du mâle et l'autre celui de la femelle (Engelhardt *et al.*, 1998).

d) La ponte

Les femelles collent leurs pontes sur le substrat (*Ancylidae*) (Engelhardt *et al.*, 1998).

Les œufs sont regroupés en pontes gélatineuses sur les plantes aquatiques (planorbidae, Lymnaeidae), isolément chez *Theodoxus* (Neritidae) et sont facilement dispersés par les oiseaux et autres animaux (Van damme, 1988). Il y a viviparité et parthénogenèse chez *Potamopyrgus antipodarum* (Hydrobiidae) (Tachet *et al.*, 2000).

Les *Viviparus* (Viviparidae) sont les seuls Gastéropodes vivipares, les œufs se développent dans la partie terminale du corps de la femelle, les petits naissent parfaits, l'un après l'autre (Engelhardt *et al.*, 1998).

e) Développement

Chez tous les Gastéropodes d'eau douce, le développement est de type direct. Ils meurent généralement après la reproduction. Il y a monovoltinisme chez certaine espèce ou bivoltinisme (deux générations annuelles chez *Hydrobiidae*) (Tachet *et al.*, 2000).

Dans certains cas, le développement tous entier est interne et les jeunes naissent semblables aux adultes (Engelhardt *et al.*, 1998).

f) Habitat

Les Gastéropodes d'eau douce vivent dans les eaux courantes, stagnantes de grande ou de petite taille (Tachet *et al.*, 2000).

Certains Prosobranches habitent le fond des lacs assez grands, les ceintures végétales, les ruisseaux et les rivières (*Valvata*) ou de préférence sur le fond dans les eaux stagnantes et les eaux acides (*Viviparus viviparus*). *Theodoxus* (Famille *Neritidae*) font partie de la faune fixée sur les pierres des eaux courantes (Engelhardt *et al.*, 1998).

Les Basommatophores se trouvent dans l'eau pauvre en calcaire contenant une grande quantité d'acide humique (*Radix peregra*), principalement dans les eaux stagnantes (*Planorbis planorbis*, *Planorbarius corneus*), dans les eaux calcaires (*Physa fontinalis*, *Stagnicola glaber*) et les eaux courantes ou stagnantes (*Lymnaea stagnalis*) riches en végétaux (Engelhardt *et al.*, 1998).

Les *Ancylidae* et les *Acroloxidae* fréquentent les eaux agitées et bien oxygénées (Dajoz, 2006).

g) Effet de la prédation

Les principaux prédateurs des Gastéropodes sont les poissons, certains Coléoptères, les Hémiptères et les Diptères Stratiomyidae, ces derniers sont parasitoides de Pulmonés (Tachet *et al.*, 2000).

Le taux de parasitisme par les trématodes influe sur les traits démographiques des populations naturelles de Gastéropodes (Fouzari, 2009).

h) Dispersion

Les Gastéropodes sont rapidement emportés dans les nouveaux plans d'eaux par des animaux plus mobiles comme les oiseaux, qui entraineraient sur leurs pattes un peu de boue contenant des jeunes individus ou des pontes (Van damme, 1988 ; Engelhardt *et al.*, 1998 ; Tachet *et al.*, 2000).

2. 2. 4. Les Gastéropodes et la transmission des maladies

Certains escargots d'eau douce, en particuliers les membres de l'Ordre des Basommatophores (Pulmonés) peuvent être les hôtes de dangereux parasites comme les douves du foie qui sont des vers Trématodes (vers plats ovalaires, d'une ou deux grandes ventouses; on en dénombre 2400 espèces). Les plus connus de ces douves sont la douve *Fasciola hepatica* dont la larve se développe dans le corps de *Limnea trunculata*. Elle provoque une maladie grave ; la distomatose (hépatite toxi-infectieuse) aussi appelée fasciolose.

Les douves du genre *Schistosoma* (*Bilharzia*). La plus connue, *Schistosoma haematobium* son hôte intermédiaire est la planorbe *Bulinus truncatus*. Elle provoque une maladie grave Bilharziose ou schistosomiase [3].

Chapitre 3 : Matériel et méthodes

3. 1. Matériel biologique

Notre étude a porté sur l'inventaire des Culicidés et des Gastéropodes dans le Nord-est de l'Algérie.

3. 1. 1. Les Culicidés

Les Culicidés sont des insectes Diptères Nématocères remarquables par l'évolution progressive qui affecte parallèlement l'imago et la larve. L'ordre des diptères compte environ 80000 espèces et se place au quatrième rang après les Coléoptères (300000 espèces). Les Lépidoptères (100000 espèces) et les Hyménoptères (100000 espèces). Cependant, il occupe la première place, soit par le rôle de vecteur d'organismes pathogènes (virus, protozoaire) de certains de ses représentants, soit par la nuisance d'autres.

Les Culicidés sont des insectes Holométaboles (métamorphose complète) présentant des stades pré-imaginaux aquatiques (œufs, larves et nymphes) et un stade aérien (imago ou adulte) (Bendali-Saoudi, 2006).

Le cycle biologique des Culicidés commence par la déposition des œufs dans l'eau, ceux-ci sont regroupés dans des masses ayant la forme de nacelle soit ils sont déposés individuellement (isolément) comme ils peuvent être déposés sur substrats humides (Benkhedim-Aouati, 2009).

Les œufs peuvent éclore en moins de deux journées (Himmi *et al* ,1995).

Après leur ponte libérant les larves, ces dernières subissent un nombre réduit de mues et passent par quatre stades larvaires, le stade larvaire est suivi par celui de la nymphe puis l'émergence de l'adulte qui se fait en une période très courte (15 minutes) (Rodhain et Perez, 1985) (Figure 29).

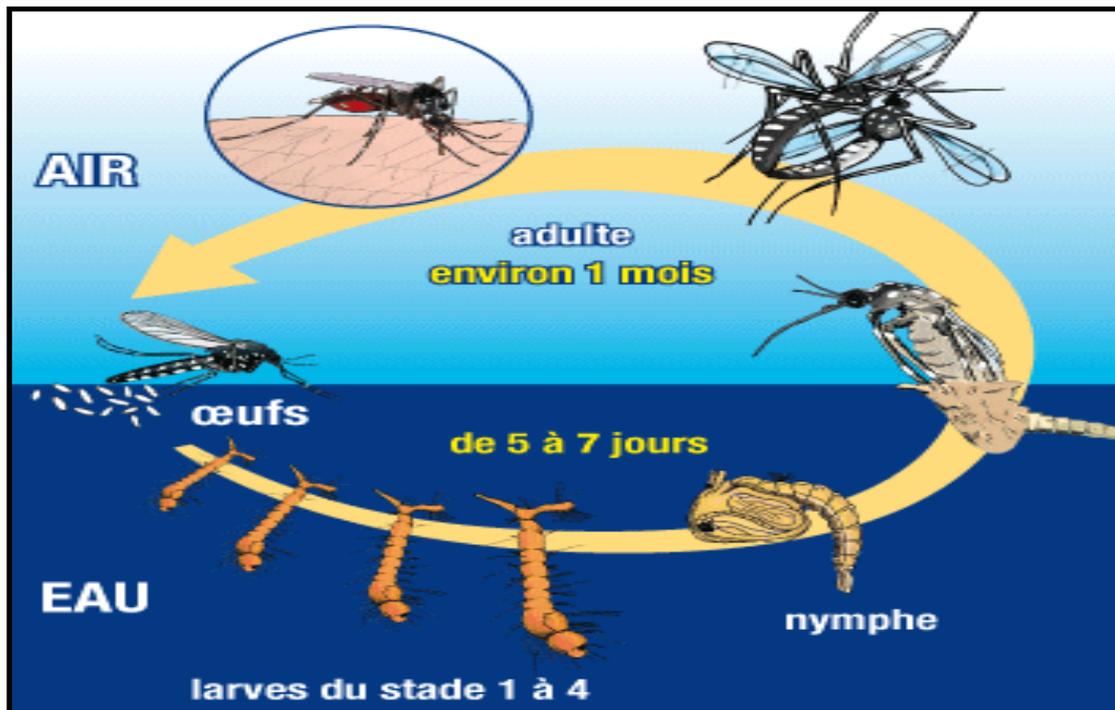


Figure 29. Cycle biologique des Culicidés [4]

- **Systématique**

Selon Linné (1758), la position systématique des Culicidés est la suivante :

Règne : *Animalia*

Embranchement : *Arthropoda*

Sous –embranchement : *Antennata* ou *Mandibulata*

Classe : *Insecta*

Sous classe : *Ptérygota*

Ordre : *Diptèra*

Sous ordre : *Nématocèra*

Famille : *Culicidae*

3. 1. 2. Les Gastéropodes

Les Gastéropodes représentent une importante classe d'animaux de l'embranchement des Mollusques et constituent, en termes de nombre d'espèces, la seconde classe du règne animal, après celle des insectes (Mathieu, 1995).

La reproduction chez les Gastéropodes est unisexuée chez les Pulmonés ou bisexuée chez les Prosobranches sauf chez la famille de Valvatidae. Cette reproduction a lieu généralement du printemps à l'été sauf pour quelques espèces qui peuvent se reproduire toute l'année (Tachet *et al.*, 2000).

Le cycle biologique des Gastéropodes commence par les femelles qui collent leurs pontes sur le substrat, les œufs sont pondus isolément ou regroupés en pontes gélatineuses (Tachet *et al.*, 2000). Ils sont souvent protégés par une enveloppe externe sécrétée par la femelle. L'incubation peut se faire parfois dans la cavité palléale, l'œuf se divise et donne naissance à un embryon qui devient une larve nageuse ; le tube digestif, appareil circulatoire, système nerveux se développent d'abord systématiquement, puis il se produit une torsion des viscères suivie d'un enroulement en spirale, la coquille larvaire se calcifie, le pied en se développant et forme enfin un Gastéropode. (Lozet et Arrecgros, 1977) (Figure 30).

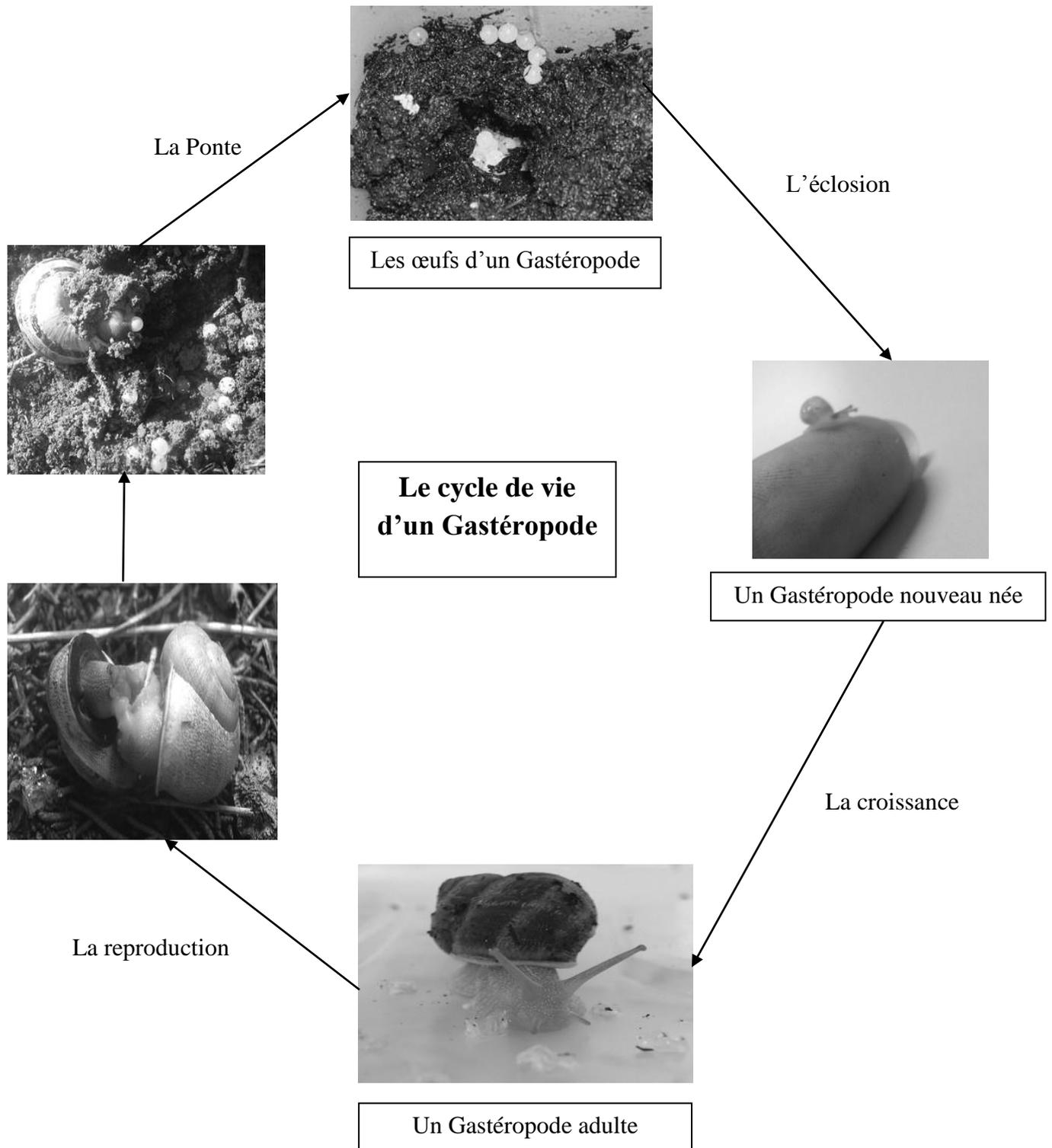


Figure 30. Cycle biologique d'un Gastéropode [5]

3. 2. Méthodes d'étude

3. 2. 1. Sur le terrain

a) Choix des sites

Le choix de vingt six sites est basé sur les critères suivants :

- Les vingt six sites appartiennent à la même région (Numidie orientale). Ils partagent ainsi des conditions climatiques semblables.
- Les sites sélectionnés sont des mares temporaires qui ne partagent pas le même substrat.
- Présence de poissons dans certains sites.
- L'originalité et la richesse floristique et faunistique (Samraoui et de Bélair, 1998).
- Les sites sélectionnés sont des mares, donc des milieux stagnants favorables pour le développement des larves et des nymphes (Debbiche-Zerguine, 2010).

b) Echantillonnage

Notre étude s'étale sur trois cycles hydrologiques. Pour chaque cycle un échantillonnage mensuel est effectué au niveau de vingt six mares temporaires de la Numidie orientale, durant la période allant respectivement de décembre 2006 à juin 2007, de novembre 2007 à mai 2008 et d'octobre 2009 à juin 2010. Sachant que cette période (2006-2007) représente le 1^{er} cycle hydrologique, (2007-2008) représente le 2^{ème} cycle hydrologique et (2009-2010) représente le 3^{ème} cycle hydrologique d'un suivi de mares.

Pour une meilleure homogénéité de la collecte des données, l'échantillonnage a été réalisé par le professeur **Samraoui**.

- La technique de récolte consistait à utiliser une époussette de 1 mm de vide de maille. Les coups de filet étant effectués au milieu et en bordure des berges dans les parties à forte végétation aquatique ainsi qu'au fond dans les parties boueuses et sableuses des mares.
- Le contenu du filet est récupéré dans des flacons en plastique sur lesquels noms et dates des prélèvements sont inscrits. Les échantillons ainsi obtenus sont conservés dans du formaldéhyde à 5%. Sachant bien que chaque relevé est précédé par la mesure de la conductivité, la profondeur de la mare et la température de l'eau, ainsi la présence, l'absence et la dominance de la végétation aquatique.

3. 2. 2. Au laboratoire

Les organismes récoltés ont été triés, comptés, identifiés et rangés par groupe fonctionnels.

Les larves sont séparées des autres groupes d'insectes. En effet, ils doivent être montés entre lames et lamelles dans un milieu de montage approprié pour l'observation et la conservation, également les Gastéropodes sont conservés dans du formaldéhyde à 5%.

Montage des larves des Culicidés

Le montage des larves des Culicidés se fait au cours de plusieurs étapes successives faisant intervenir plusieurs bains de produits chimiques comme suite :

- La première étape consiste à mettre les larves des *Culicidae* dans un bain de l'alcool à 70° pendant 3 à 10 minutes.
- L'étape suivante consiste à cuire les larves gentiment dans une solution de l'hydroxyde de potassium (KOH) à 10% pendant 1 à 3 minutes, ceci peut se faire dans un bain marie directement sur la flamme d'un bec Benzen.
- Après le bain de (KOH), les larves des *Culicidae* sont mises dans un bain d'acide acétique glacial pendant 15 minutes.
- Puis laisser les larves dans un bain d'eau distillée pendant 3 à 10 minutes.
- La dernière étape consiste à placer la larve sur la lame puis mettre une goutte de glycérine sur la larve et au centre de la lamelle.
- Déposer très lentement la lamelle sur le montage larvaire préalablement effectué sur la lame.
- Coller les cotés de la lamelle à la lame avec le verni à ongle

Le montage terminé, étiqueter la préparation en portant les indications suivantes : le genre, l'espèce la date et le lieu de récolte (Gourmala, 1991).

- **Guides d'identification des Culicidés**

Beaucoup de systématiciens ont produit des guides pour l'identification et aussi des clés, ces derniers sont basées sur des matériels, de préférence, examinés et dessinés par l'auteur ou collectés à partir d'autres sources publiées (Debbiche-Zerguine, 2010).

Parmi les clés d'identification des Culicidés les importantes :

- ✓ Clés d'identification des larves, nymphe et adultes des sous familles, genres et espèces (Himmi *et al.*, 1995).
- ✓ Clés d'identification des larves des genres et espèces (Lee et Zorka, 1987).
- ✓ Guide d'identification des larves et des adultes des genres et espèces (Schaffner *et al.*, 2001).
- ✓ Clés d'identification des larves et adultes des espèces (genre *Culex*) (Reuben *et al.*, 1994).
- ✓ Clés d'identification des larves des espèces des *Culicidae* (Utrio, 1976).

- **Guides d'identification des Gastéropodes**

- ✓ Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie. (Tachet *et al.*, 2000).
- ✓ Les Gastéropodes dulcicoles du Maroc : inventaire commenté. (Ramdani *et al.*, 1987).
- ✓ Les Mollusques Dulcicoles : Données biologiques et écologiques ; Clés de détermination des principaux genres de Bivalves et de Gastéropodes de France (Mouthon, 1980).
- ✓ Guide Vigot de la vie dans les étangs, les ruisseaux et les mares : Les plantes et les animaux des eaux de chez nous, introduction à la vie des eaux intérieures. (Engelhardt *et al.*, 1998).
- ✓ Kwartaire Distributie, Biogeographie, Paleoecologie en Evolution. Van De Noordafrikaanse Zoetwater Mollusken. (Vandamme, 1988).
- ✓ Guides d'identification des principales macros invertébrées benthiques d'eau douce du Québec, surveillance volontaire des cours d'eau peu profond, direction. (Moisan, 2006).
- ✓ Invertebrates of Streams and Rivers: a Key to identification (Quigley, 1977).

3. 3. Analyse des données

3. 3. 1. L'organisation d'un peuplement :

Les divers peuplements qui constituent une biocénose peuvent se définir quantitativement par un ensemble de descripteurs, il est possible de décrire la structure de la biocénose toute entière à travers les paramètres tels que la richesse spécifique, l'abondance, la dominance, la diversité spécifique (Ramade, 1994).

- **L'abondance** : correspond au nombre d'individus échantillonnés.
- **Fréquence** : est le rapport exprimé sous la forme de pourcentage du nombre de relevés contenant l'espèce étudiée divisé par le nombre total de relevés

$$C = p * 100 / P$$

P* : nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

P : nombre total de relevés effectués

3.3.2. La structure d'un peuplement :

Elle exprime le mode de distribution des individus parmi les espèces qui composent le peuplement, c'est-à-dire l'organisation du tableau espèces relevés. L'étude de ce mode de répartition peut être faite :

- 1- L'analyse des distributions d'abondance (modèles de Preston, Motomura, Macarthur).
- 2- Au moyen d'indice synthétique de diversité (Southwood, 1978 in Debbiche Zerguine, 2010).
- 3- La diversité d'un peuplement s'exprime aussi par le nombre d'espèces présentes (richesse spécifique).

Parmi les indices de diversité permettant la comparaison des peuplements dans l'espace et le temps, nous avons :

- **Indice de Shannon** : cet indice a l'avantage d'intervenir l'abondance des espèces, il se calcule par la formule suivante :

$$H = - \sum p_i \log_2 p_i$$

Pi : étant l'abondance relative de chaque espèce = n_i/N .

ni : l'abondance de l'espèce.

N : le nombre total de relevés (Frontier et Pichod-Viale, 1991).

- **Equitabilité** : les valeurs de l'indice de diversité connaissent des déséquilibres qui peuvent être appréciés par l'indice d'Equitabilité ou (régularité), comme étant le rapport :

$$E = H/H_{\max}$$

Hmax : étant la diversité maximale ($H_{\max} = \log_2 .S$)

H : indice de diversité.

S : richesse spécifique (Frontier et Pichod-Viale, 1991).

3. 3. 3. Analyse factorielle des correspondances (AFC) :

C'est une méthode qui a été réalisée à l'aide de la suite du logiciel de l'ADE-4 (Chessel et Doledec, 1992). Elle a été appliquée avec succès à l'étude de nombreux groupements végétaux et de certaines associations animales. Elle permet de rechercher les caractéristiques du milieu qui règlent la répartition des organismes (Dajoz, 1985).

C'est une méthode descriptive d'ordination où une correspondance est réalisée entre deux types de caractères. Le point de départ de l'analyse est le tableau brut des données, où les relevés sont représentés par colonnes et les espèces par lignes ou l'inverse.

Chaque intersection relevé - espèce indique la présence ou l'absence de l'espèce. Le nuage des points représenté soit par les relevés, soit par les espèces dans l'espace multidimensionnel original est caractérisé par des directions d'allongements privilégiés. Il s'agit d'axes factoriels qui contiennent une certaine proportion de l'information totale des données, les axes sont donc extraits par l'AFC.

Le premier axe factoriel contenant le maximum d'information, le second un peu moins et ainsi de suite jusqu'au dernier axe. Sur ces axes factoriels pris deux à deux sont réalisés des projections de points relevés ou points espèces. Les valeurs propres et taux d'inertie qui

quantifient la part de l'information expliquée par les différentes axes, permettent de décider du nombre d'axe à retenir (Chessel et Bournaud, 1987; Chessel et Doledec, 1992).

Chapitre 4 : Résultat et Discussion

4. 1. Influence des variables abiotiques

Un suivi des variables abiotiques a été réalisé durant trois cycles : cycle 1 (2006-2007), cycle 2 (2007-2008) et cycle 3 (2009-2010).

4. 1. 1. La conductivité :

La conductivité est un paramètre très important pour la dynamique des peuplements surtout lorsqu'il s'agit d'une mare à salinité maximum.

Cycle 1

Les courbes de l'évolution mensuelle de la conductivité, dans les 26 sites, au cours de la période d'étude allant de décembre 2006 à juin 2007 montrent que :

- El Feid (1, 2), Messida, Berrihane sud, Mafragh, Carrière et Butomes sont des sites à conductivité stable que ce soit l'hiver ou le printemps ;
- La conductivité est faible dans les mares suivantes: Gauthier (1, 2, 3 et 4) et Fedjoudj ;
- La salinité augmente dans la mare Boukhadra et les Salines.

En général, pour les autres sites nous avons remarqué que durant l'hiver, la conductivité diminue dont la valeur varie d'un site à un autre, tandis qu'elle augmente où tend à se stabiliser dès l'arrivée du printemps (Figure 31).

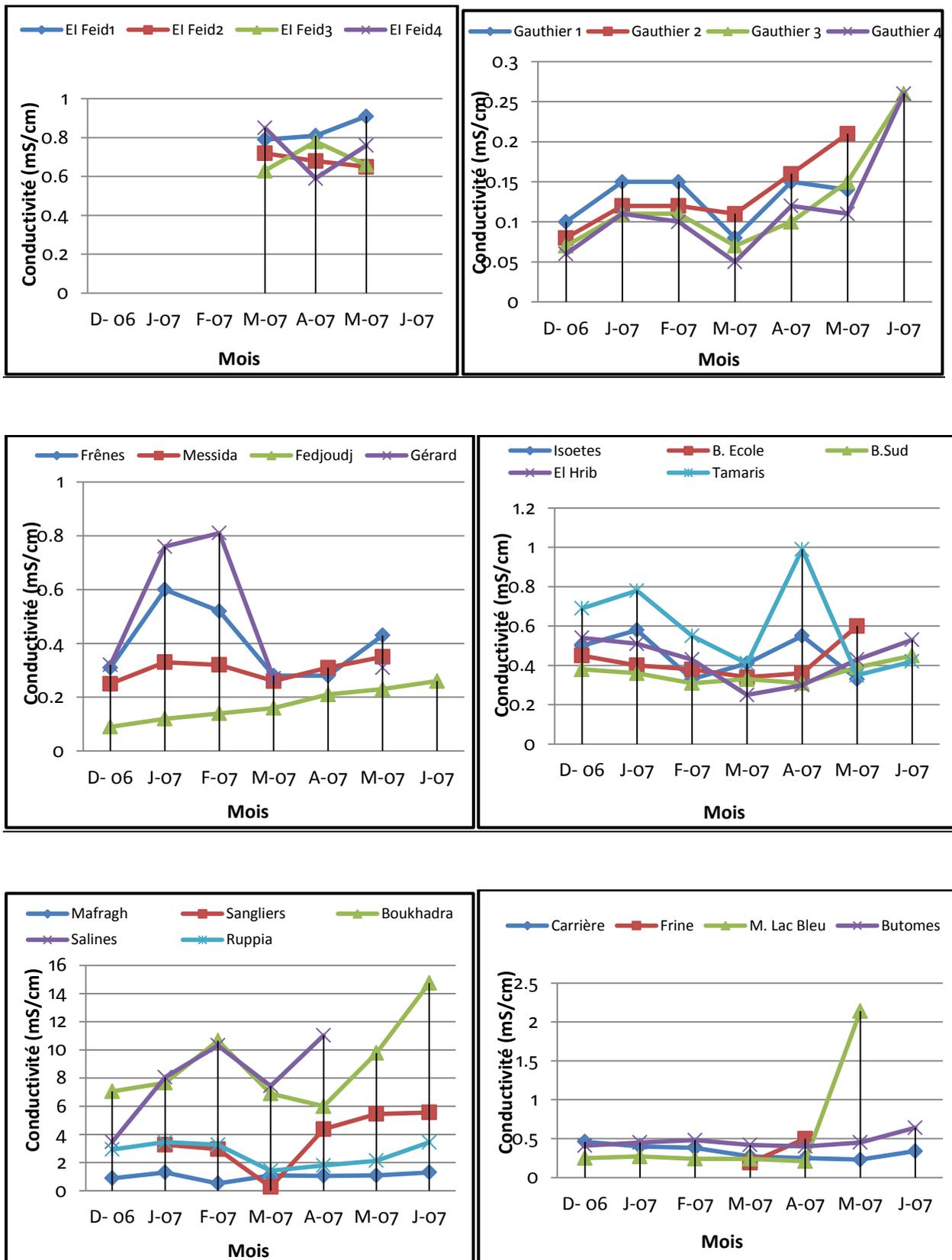


Figure 31. Variation spatiotemporelle de la conductivité des mares étudiées durant le 1^{er} cycle.

Cycle 2

Les courbes de l'évolution mensuelle dans les 26 sites, au cours de la période d'étude indiquent que:

- El Feid (1, 2, 3, 4), Mafragh, Carrières, Frine et Butomes sont des sites à conductivité stable que ce soit l'hiver ou le printemps ;
- La salinité de la mare Gauthier (1, 2, 3,4) et Fedjoudj diminue ;
- Boukhadra et les Salines présentent une salinité élevée.

En général, pour les autres sites nous avons remarqué que durant l'hiver, la conductivité diminue dont la valeur varie d'un site à un autre, tandis qu'elle augmente où tend à se stabiliser dès l'arrivée du printemps (Figure 32).

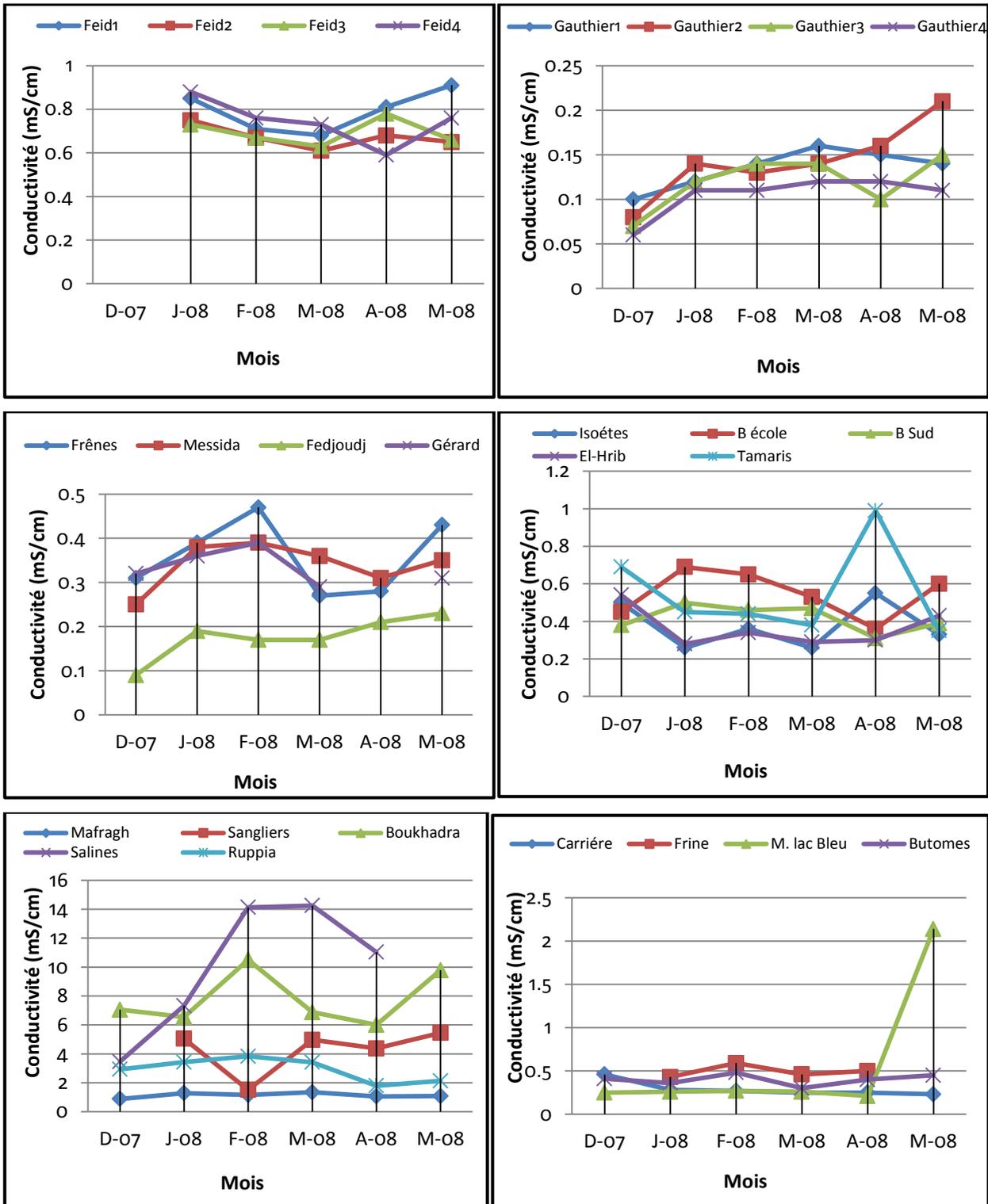


Figure 32. Variation spatiotemporelle de la conductivité des mares étudiées durant le 2^{ème} cycle.

Cycle 3

Les courbes de l'évolution mensuelle dans les 26 sites, au cours de la période d'étude de octobre 2009 à juin 2010 indiquent que:

- Mafragh et Ruppia sont des sites à conductivité stable que ce soit l'hiver ou le printemps ;
- La salinité diminue au niveau de la mare Gauthier 2, Lac Bleu et Fedjoudj;
- Boukhadra et les Salines sont toujours des sites à salinité élevée.

Pour les autres sites, nous avons remarqué durant la période hivernale, une diminution de la conductivité dont la valeur varie d'un site à un autre, tandis qu'elle augmente où tend à se stabiliser dès l'arrivée du printemps (Figure 33).

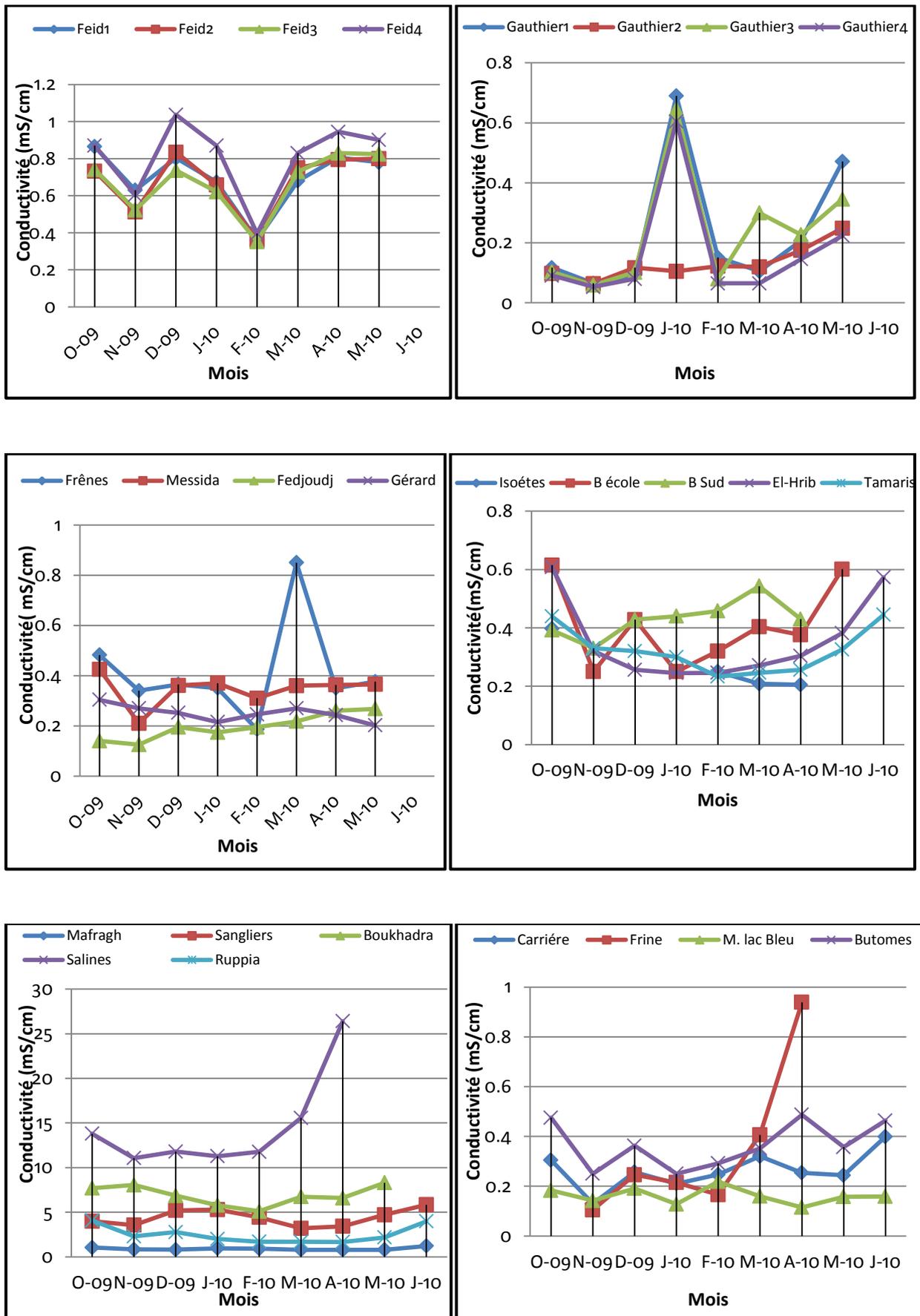


Figure 33. Variation spatiotemporelle de la conductivité des mares étudiées durant le 3^{ème} cycle.

En général, les sites à salinité élevée sont Boukhadra et les Salines pendant les trois cycles, les Gauthier (1, 2,3 et 4) et la mare Fedjoudj sont les sites à faible conductivité, et ce, pendant les trois cycles.

La figure 34 révèle que les valeurs moyennes de la conductivité ne présentent pas de différences significatives entre les trois cycles.

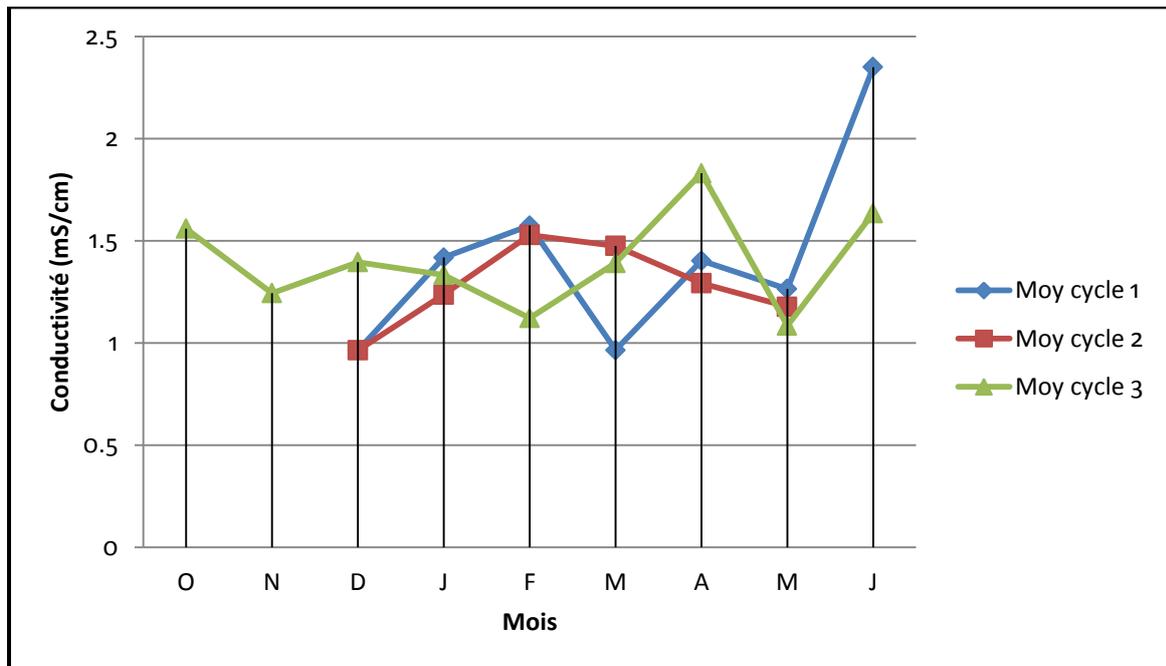


Figure 34. Variation mensuelle de la conductivité moyenne des sites étudiés durant les 3 cycles.

. 1. 2. La profondeur de l'eau :

La profondeur est la variante environnementale la plus importante. La faible profondeur dans les mares permet à toutes les couches d'eau d'être sous l'action du rayonnement solaire, ainsi qu'à l'air de se diffuser largement et de bien se mélanger. La profondeur de l'eau influence le réchauffement des eaux et donc la répartition et la prolifération de la faune et de la flore thermophiles (Engelhardt *et al.*, 1998).

Cycle 1

Les courbes de l'évolution mensuelle (Figures. 35) de la profondeur montrent que :

- Les mares qui ont une profondeur faible (ne dépasse pas 20 cm) sont: Isoetes, Salines et Frine, et les mares qui sont un peu plus profondes par rapport aux précédents (30 cm) sont: mare Lac Bleu et Butomes ;
- Les mares El Feid (1, 2, 3,4), Frêne, Messida, Gauthier (1, 2, 3,4), Fedjoudj, Gérard, B. Ecole, B. Sud, Hrib, Carrière, Mafragh, Sangliers, Boukhadra et Ruppia ont une profondeur entre (40 cm, 100 cm) ;
- La mare Tamaris est la plus profonde avec plus de 100 cm.

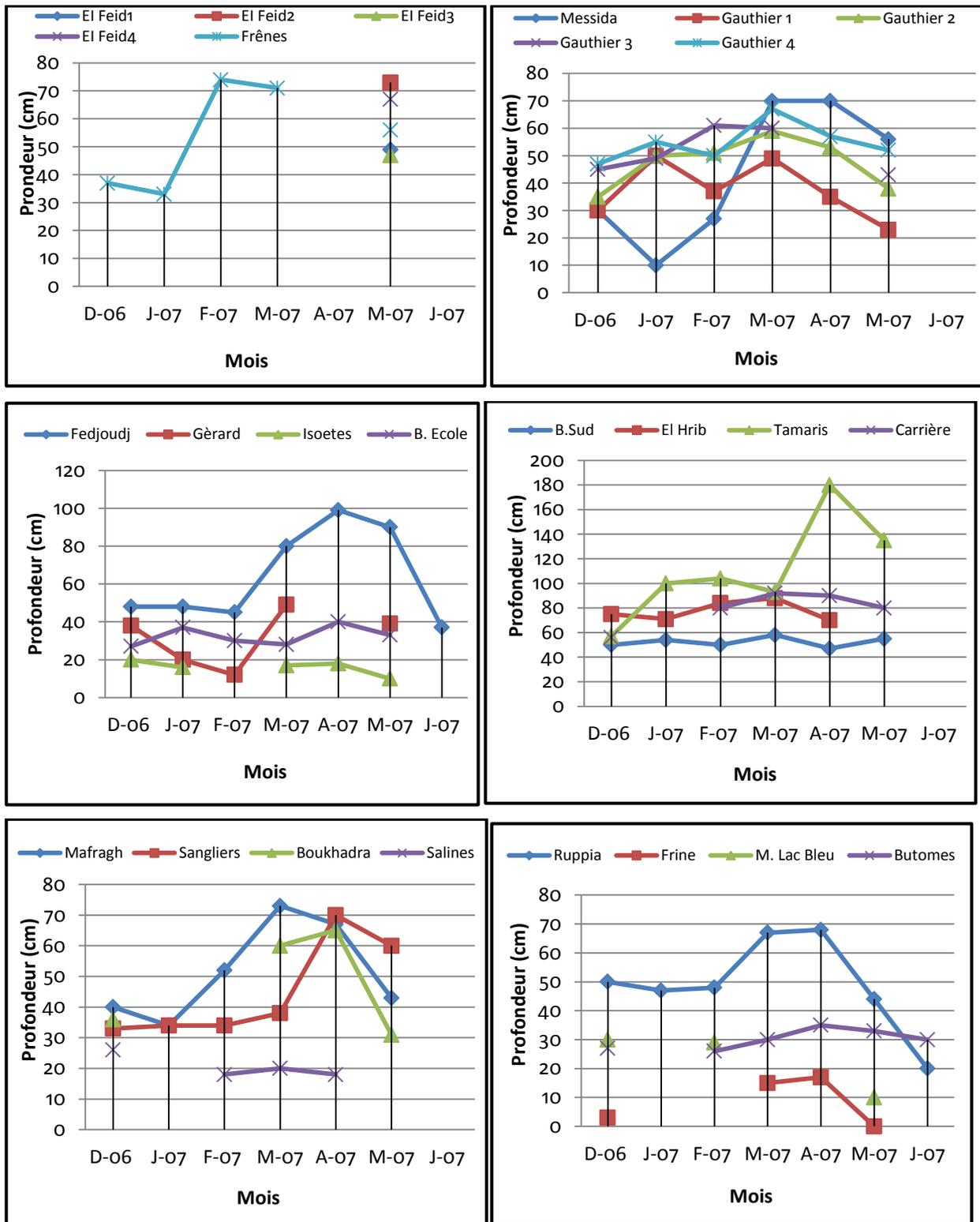


Figure 35. Variation spatiotemporelle de la profondeur des mares étudiées durant le 1^{er} cycle.

Cycle 2

Les courbes de l'évolution mensuelle (Figure 36) de la profondeur montrent que :

- La profondeur dans les Salines ne dépasse pas les 20 cm durant notre période d'étude. Cependant, les mares Gauthier 1, Isoetes et Mare Lac Bleu ont une profondeur relativement faible de 20 à 40 cm ;
- La profondeur de l'eau dans certaines mares oscille entre 40 cm et 100 cm. C'est le cas des mares El Feid (1,2, 3, 4), Frênes Messida, Gauthier (2, 3, 4), Fedjoudj, Gérard, B. Ecole, B. Sud, Hrib, Mafragh, Sangliers, Boukhadra, Carrière et Ruppia;
- Les autres sites ont une profondeur qui dépasse les 100 cm. C'est le cas pour la mare Tamaris.

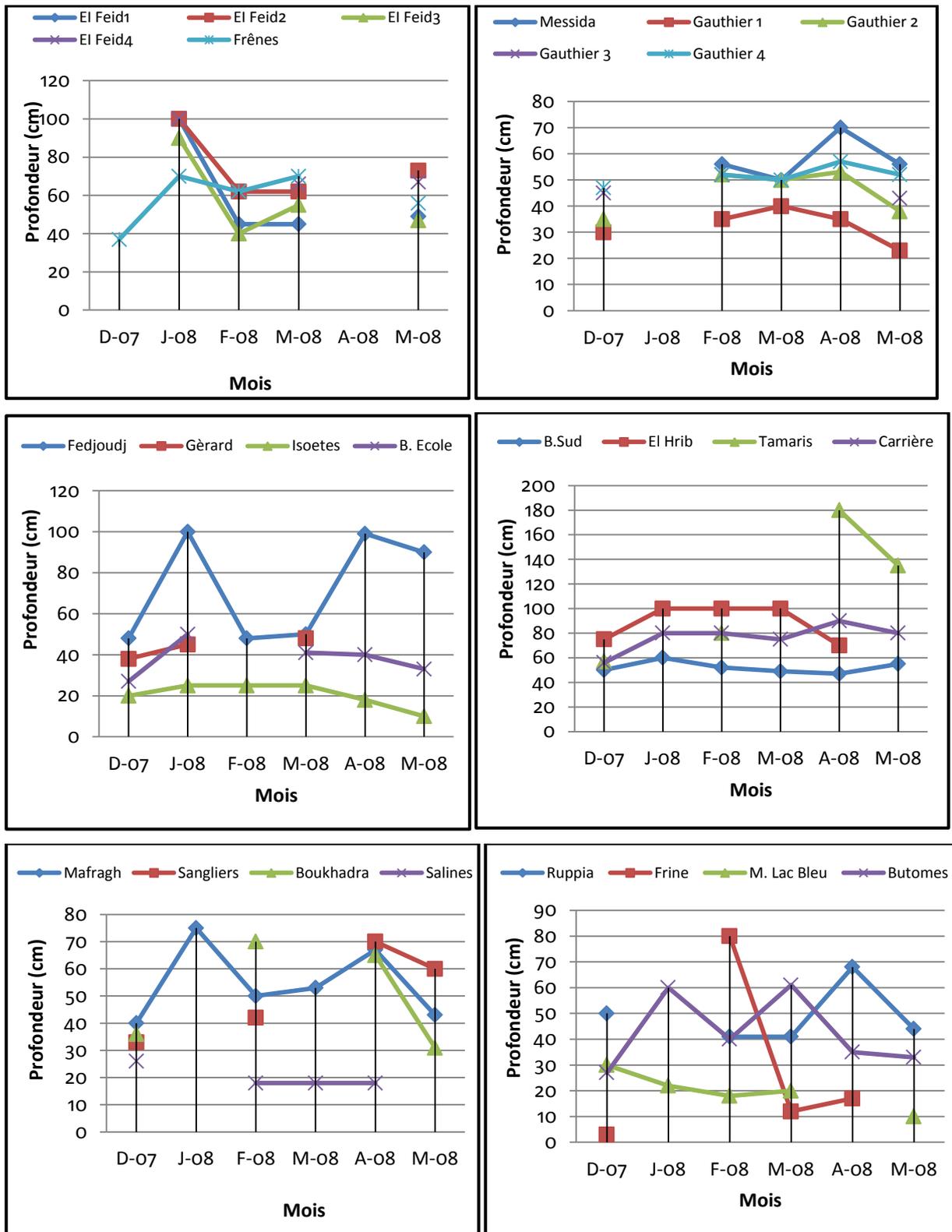


Figure 36. Variation spatiotemporelle de la profondeur des mares étudiées pendant le 2^{ème} cycle.

Cycle 3

Les courbes de l'évolution mensuelle (Figure 37) de la profondeur montrent que :

- La profondeur dans la mare Isoètes et Frine ne dépasse pas les 20 cm durant notre période d'étude. Cependant, les mares Gauthier 1, Gérard et Brrihane école ont une profondeur relativement faible de 30 à 40 cm ;
- La profondeur de l'eau dans certaines mares oscille entre 40 cm et 100 cm. Ceci est observé dans les mares El Feid (1,2, 3 et 4), Messida, Hrib, Mafragh et Sangliers ;
- Les mares Fedjoudj, Tamaris et Carrière sont les plus profondes, leurs profondeurs dépassent les 100 cm.

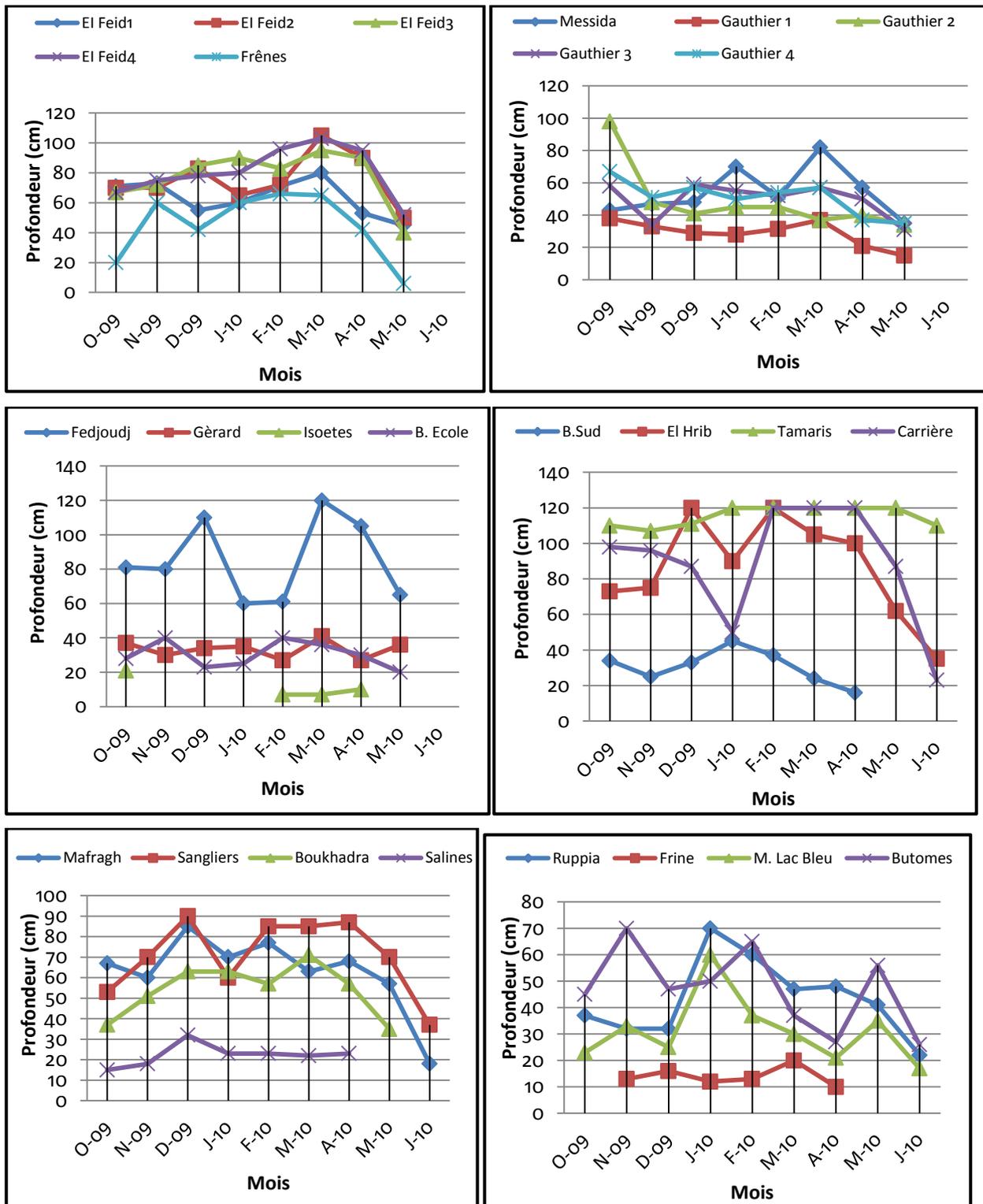


Figure 37. Variation spatiotemporelle de la profondeur des mares étudiées pendant le 3^{ème} cycle.

L'étude comparative de la profondeur entre les trois cycles montre que les mares dont la profondeur ne dépassant pas les 20 cm sont : Isoetes, Saline et Frine, celles dont la profondeur varie entre 30 à 40 cm sont : Gautier 1 et mare lac Bleu.

Les Feid (1, 2, 3 et 4) Messida, Fedjoudj, Hrib, Mafragh et Sangliers sont les sites dont la profondeur oscille entre 40 et 100 cm pendant les trois cycles.

Tamaris est le site le plus profond dont la profondeur dépasse 100 cm dans les trois cycles.

Les résultats montrent que le 3^{ème} cycle est le plus profond (du mois d'octobre jusqu'au mois de mars) et est également prolongé de 2 mois. l'hydropériode compte 9 mois comparativement aux deux cycles précédents dont l'hydropériode est de 7 mois pour chacun (Figure 38).

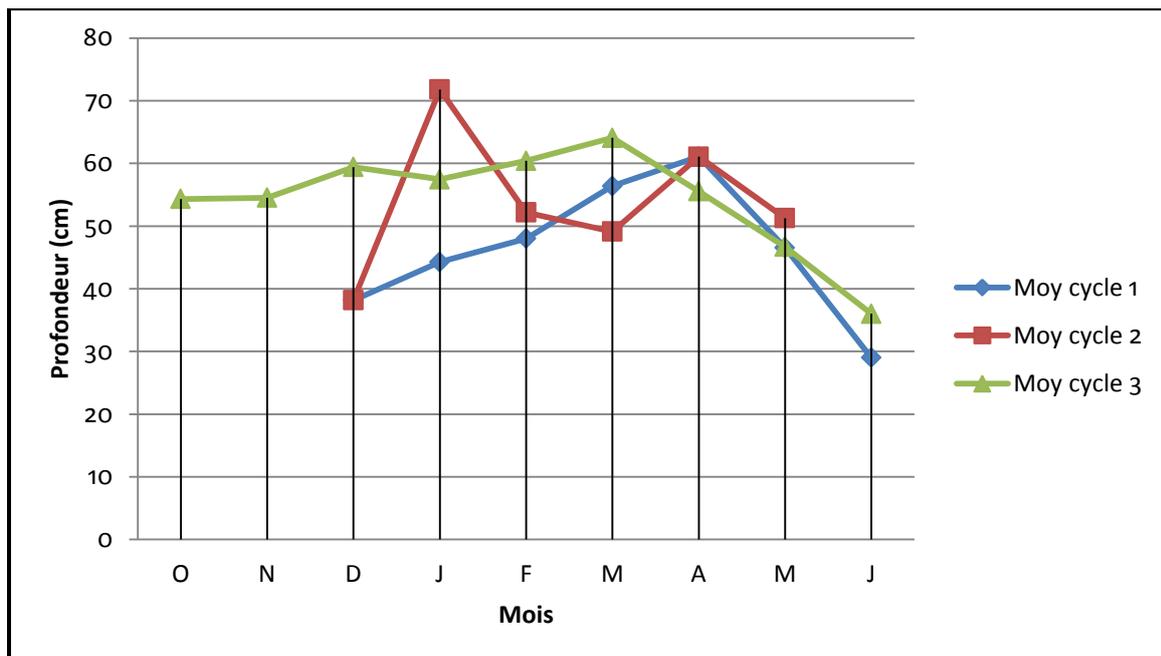


Figure 38. Variation mensuelle de la profondeur moyenne des sites étudiés pendant les 3cycle.

4. 1. 3. La température :

La température joue un rôle important dans le développement, la croissance et le cycle biologique de la majorité des insectes aquatiques. Elle peut agir également sur la localisation des espèces et la densité des populations (Dajoz, 1985).

La température intervient non seulement par sa valeur moyenne mais aussi par ses fluctuations qui peuvent être nécessaire pour lever les dormances des graines (*Rumex*) parfois en combinaison avec la lumière (*Lycopus europaeus*) (Grillas et Roche, 1997).

Cycle 1

La courbe de l'évolution de la température moyenne mensuelle de l'eau dans les sites explorés (Figure 39), montre qu'elle varie entre $7.85^{\circ}\text{C} \pm 2.77$ au mois de décembre et $21,57^{\circ}\text{C} \pm 2.74$ au mois de juin.

La température minimale de l'ordre de $3,3^{\circ}\text{C}$ a été enregistrée au mois de décembre (Figure. 39). Quant à la température maximale qui est de $25,4^{\circ}\text{C}$, elle est observée au mois de juin.

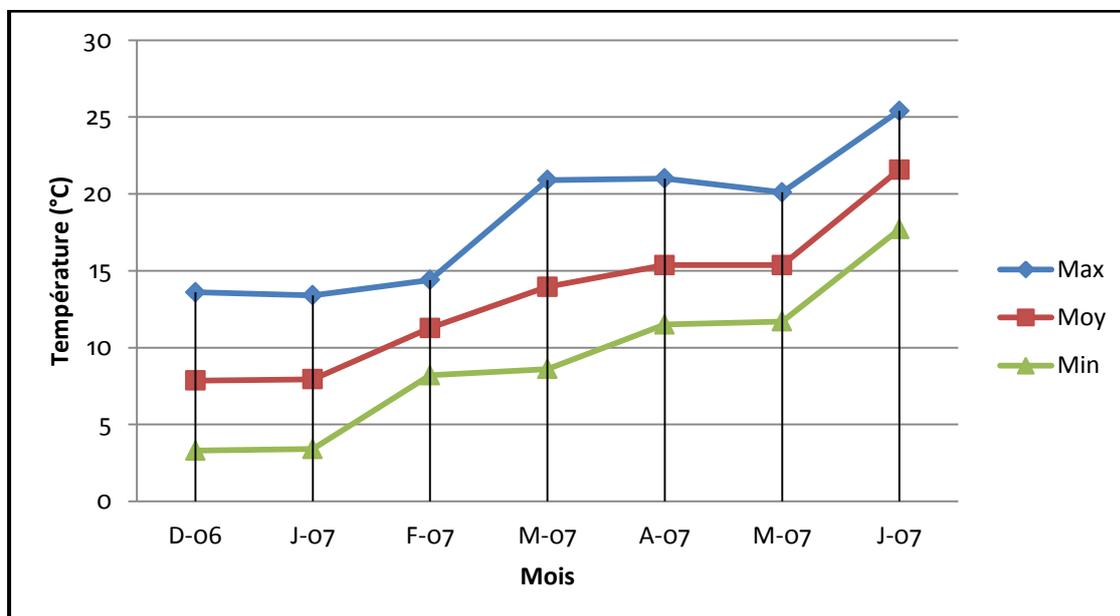


Figure 39. Variation mensuelle de la température des sites étudiés pendant le 1^{er} cycle.

Cycle 2

L'évolution de la température moyenne mensuelle dans les vingt six sites (Figure 40), indique une variation entre $9.2^{\circ}\text{C} \pm 2.73$ au mois de Mars et $15.54^{\circ}\text{C} \pm 3.18$ au mois de Mai.

La température minimale de l'ordre de 5.4°C a été enregistrée au mois de Mars, tandis que, la température maximale de 21.9°C a été marquée au mois de Janvier (Figure 40).

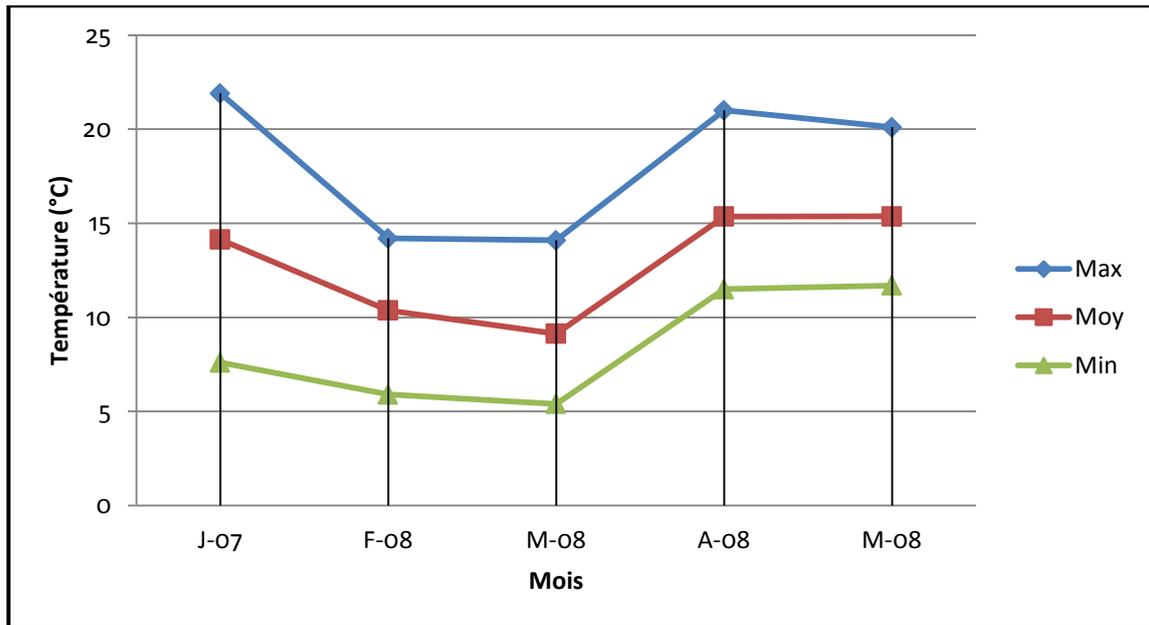


Figure 40. Variation mensuelle de la température des sites étudiés pendant le 2^{ème} cycle.

Cycle 3

La température moyenne mensuelle dans les vingt six sites (Figure 41), varie entre $9.25^{\circ}\text{C} \pm 2.73$ au mois de Décembre et $25.38^{\circ}\text{C} \pm 3.18$ au mois de Juin.

La température minimale qui est de 0.7°C a été enregistrée durant le mois de Février, tandis que, la température maximale de 29.3°C a été enregistrée au mois de Juin.

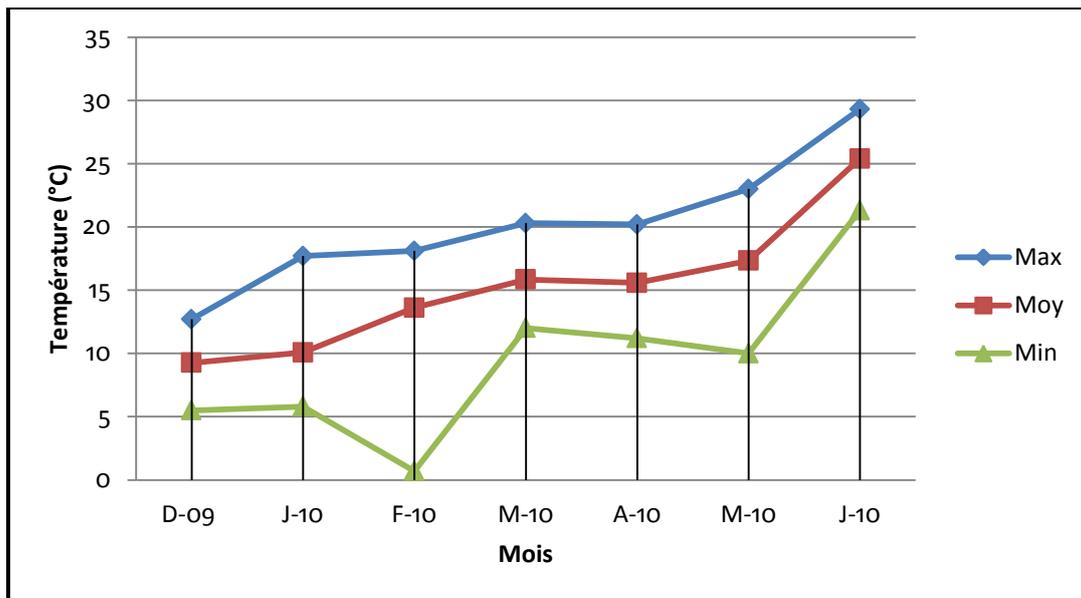


Figure 41. Variation mensuelle de la température des sites étudiés pendant le 3^{ème} cycle.

Les résultats révèlent que la température moyenne mensuelle du 3^{ème} cycle est légèrement élevée comparativement à celle des deux cycles précédents (figure 42).

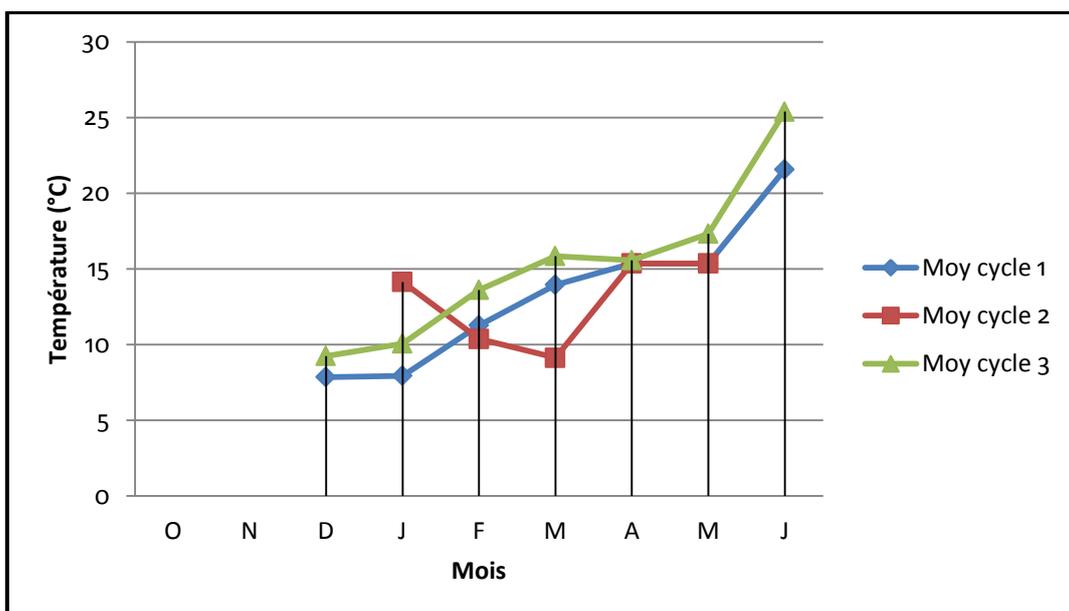


Figure 42. Variation mensuelle de la température moyenne des sites étudiés pendant les trois cycles.

4. 2. Inventaire des larves de Culicidés récoltés

4. 2. 1. Analyse générale

Sur l'ensemble des 26 sites échantillonnés pendant 3 cycles (531 relevés), 4 espèces de Culicidés ont été observés. Ces espèces sont réparties en 2 sous familles, la sous famille des Anophelinae avec 2 espèces, et la sous famille des Culicinae également avec 2 espèces. Nous remarquons que l'espèce la plus fréquemment observée est *Anopheles maculipennis* (31 occurrences sur 531) suivie de *Culex mauritanicus* (16 sur 531) puis *Anopheles claviger* avec 5 sur 531 et enfin *Culex mimeticus* avec une seule occurrence sur 531 relevés (Tableau 4).

Tableau 4 : Liste des larves des espèces de Culicidés observées dans les 26 sites au cours des 03 cycles.

Sous Famille	Genre	Espèce	Fréquence d'occurrences
Anophelinae	<i>Anopheles</i>	<i>Anopheles maculipennis</i>	31/531
		<i>Anopheles claviger</i>	5/531
Culicinae	<i>Culex</i>	<i>Culex mauritanicus</i>	16/531
		<i>Culex mimeticus</i>	1/531

La fréquence des espèces observées dans les 26 sites par cycle est présentée dans le tableau 5. Ainsi, l'*Anopheles maculipennis* est la plus fréquente pendant les trois cycles, suivie de *Culex mauritanicus*. Sur l'ensemble des relevés qui est de l'ordre de 531, l'espèce *Culex mimeticus* n'a été récoltée qu'une seule fois pendant le 2^{ème} cycle et *Anopheles claviger* a disparu durant le 2^{ème} cycle.

Tableau 5 : Nombre d'occurrences des larves des espèces de Culicidés récoltées dans les 26 sites.

Espèce Cycle	<i>Anopheles maculipennis</i>	<i>Anopheles claviger</i>	<i>Culex mauritanicus</i>	<i>Culex mimeticus</i>
Cycle 1	13/158	3/158	6/158	0/158
Cycle 2	7/164	0/164	1/164	1/164
Cycle 3	11/209	2/209	9/209	0/209

Le nombre total d'individus récoltés est de l'ordre 149, la sous famille la plus abondante est celle des Anophelinae (64%) avec 95 individus puis la sous famille des Culicinae (36%) avec 54

individus (Figure 43).

L'espèce la plus abondante est *Anopheles maculipennis* (60%) avec 90 individus de l'ensemble des Culicidés présents dans les sites étudiés, suivie par l'espèce *Culex mauritanicus* (36%) avec 53 individus, *Anopheles claviger* (3%) avec 5 individus. L'espèce la plus pauvre en nombre d'individus est *Culex mimeticus* (1%) avec 1 seul individu (figure 44).

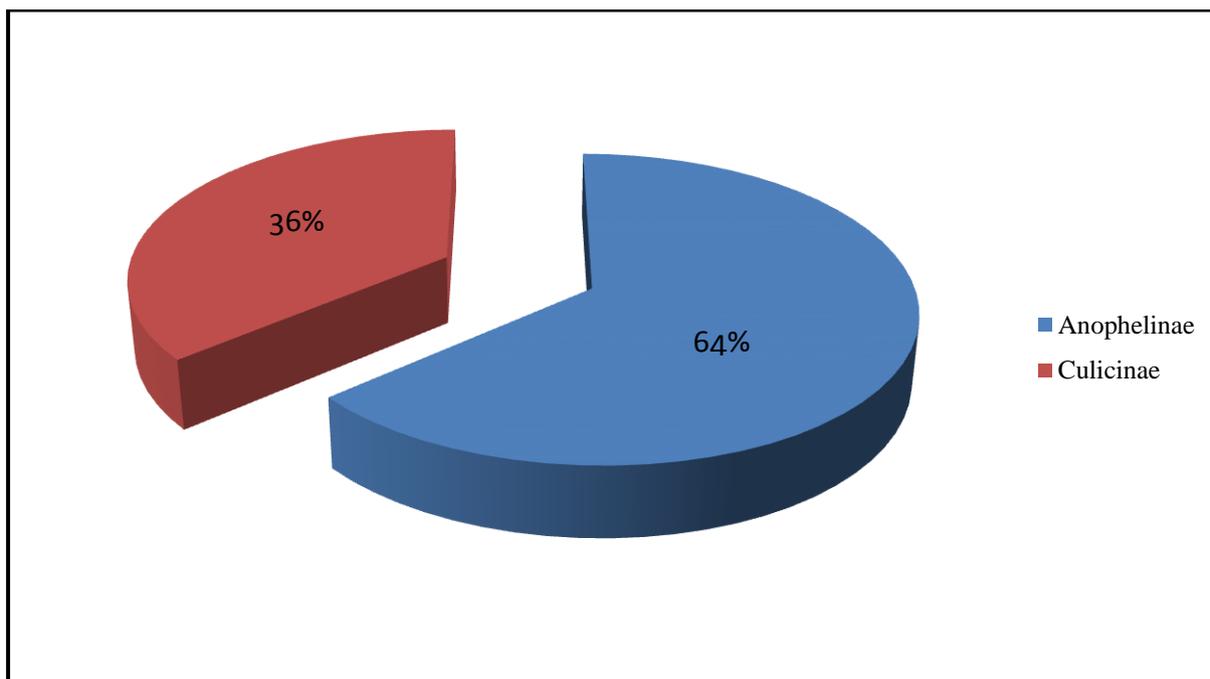


Figure 43. Répartition quantitative des deux sous familles des larves de Culicidés inventoriées pendant les 3 cycles.

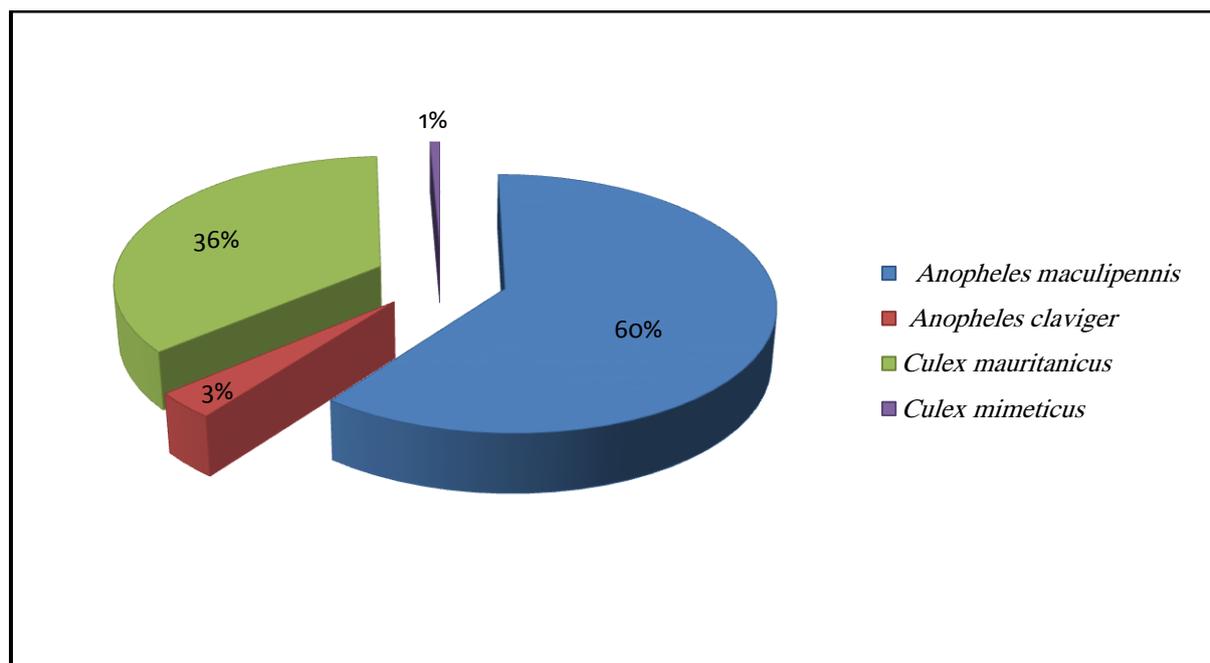


Figure 44. Répartition quantitative des larves de Culicidés inventoriées pendant les 3 cycles.

4. 2. 2. Description des larves des espèces de Culicidés inventoriées

a)- *Anopheles maculipennis* (Meigen, 1818) (Figure 45)

Cette espèce appartient à la sous famille des *Anophelinae* qui se caractérise par l'absence de siphon respiratoire, la présence de plaques dorsales sur les 7 premiers segments, la présence des soies palmiers (Himmi *et al.* 1995). La larve est caractérisée par :

- Les soies clypéales antéro-externes ramifiées en buisson ;
- Les soies clypéales antéro-interne ramifiés au niveau de l'apex ;
- Le nombre des plaques dorsales par segment égale 3 ;
- Les soies des antennes se forment de touffes ;
- Pleurales pro-thoraciques antérieurs dorsales 2-8 branches.



(a)



(b)



(c)



(d)

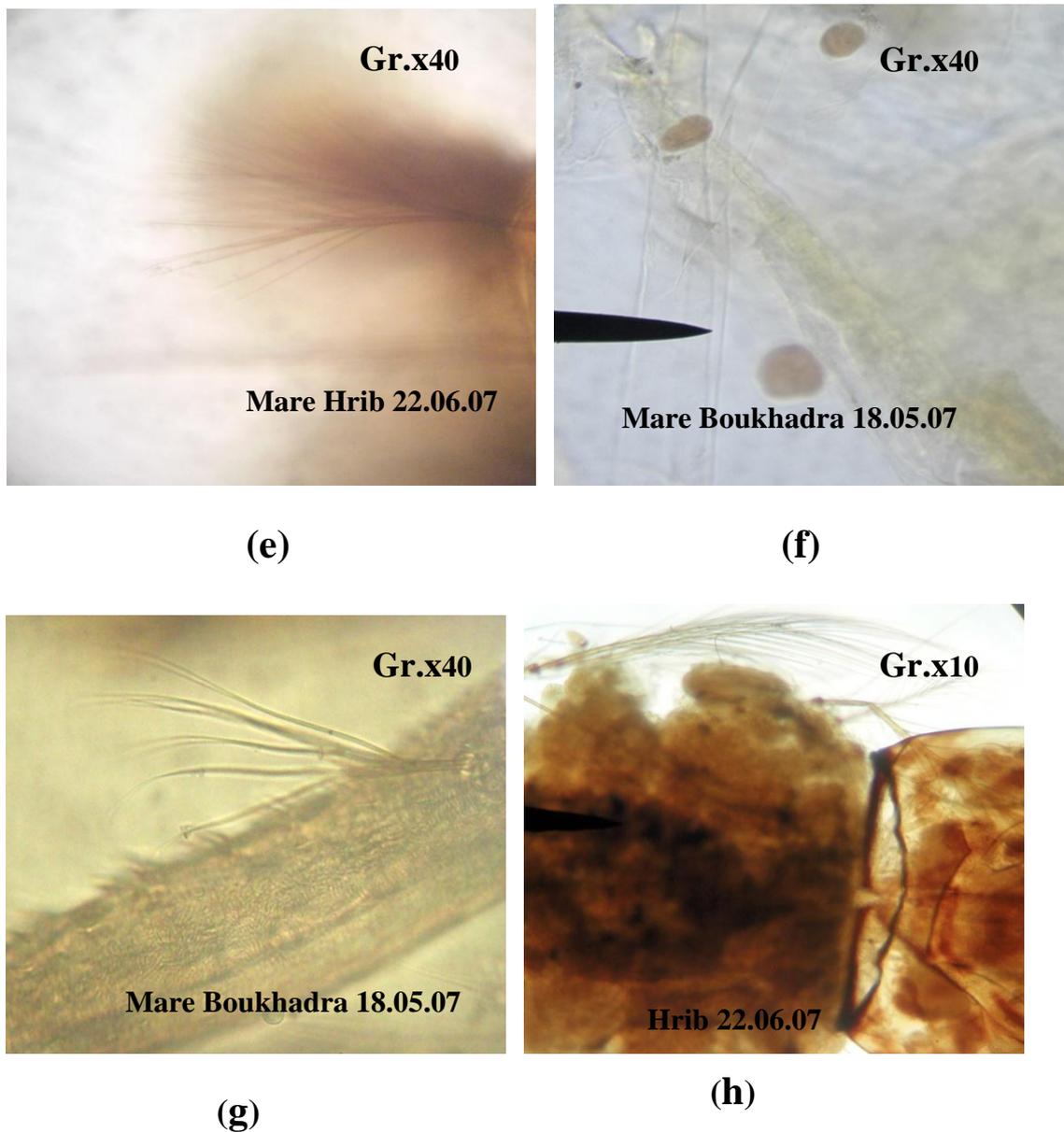


Figure 45. *Anopheles maculipennis*.

(a) : la tête, (b) : la plaque dorsale, (c) : les soies Palmiers. (d) : les soies clypéales externes, (e) : les soies clypéales antéro-interne, (f) : le nombre des plaques dorsales par segment, (g) : la touffe antennaire, (h) : pleurales pro-thoraciques antérieures dorsales.

b)- *Anopheles claviger* (Meigen, 1804) (Figure 46)

Cette espèce appartient à la sous famille des *Anophelinae*, la larve est caractérisé par :

- Les soies des antennes se forment de touffes ;
- Les soies clypéales postérieures ramifiées au niveau de l'apex ;
- Les soies pleurales prothoraciques postero-dorsale bifurquées à leur moitié.

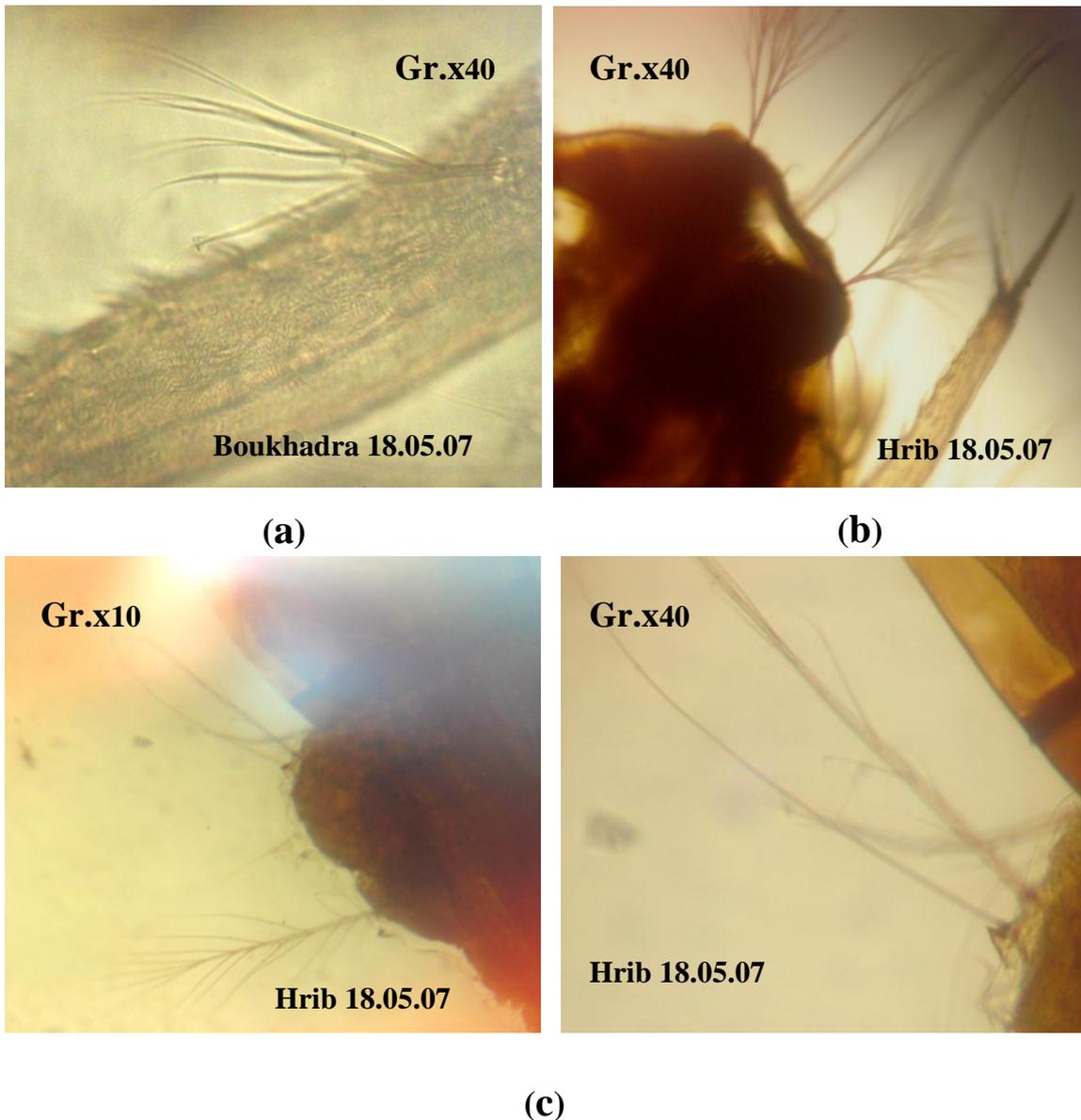


Figure 46. *Anopheles claviger*

(a) : la touffe antennaire, (b) : les soies clypéales postérieures, (c) : les soies pleurales prothoraciques postero-dorsale.

c)-*Culex mauritanicus* (Callot, 1940) (Figure 47)

Cette espèce appartient à la sous famille des *Culicinae* qui se définit par la présence de siphon respiratoire et le peigne du 8^{ème} segment. Le genre *Culex* s'identifie entre autre par le nombre de touffes respiratoires supérieures à 4 (Himmi *et al.*1995). La larve est caractérisée par :

- Le peigne du VII^{ème} segment se forme d'épines ;
- Les soies subapicales de l'antenne près de l'apex ;
- Les épines préclypéales longues et pointues.



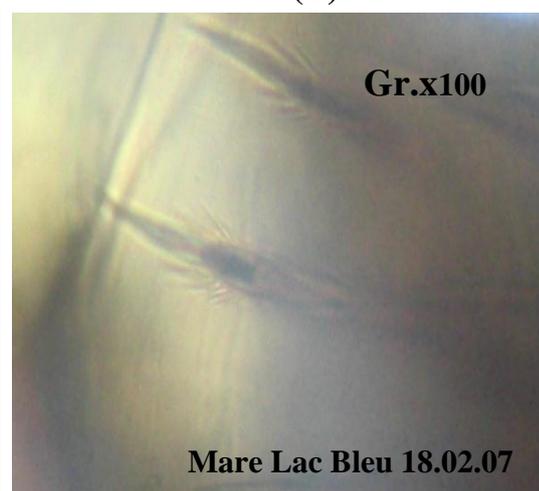
(a)



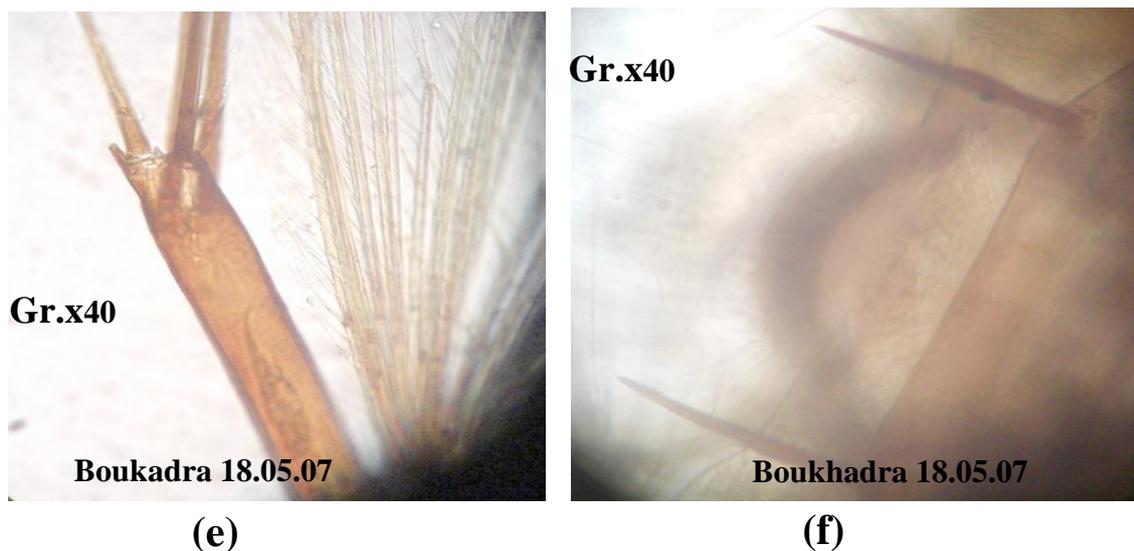
(b)



(c)



(d)

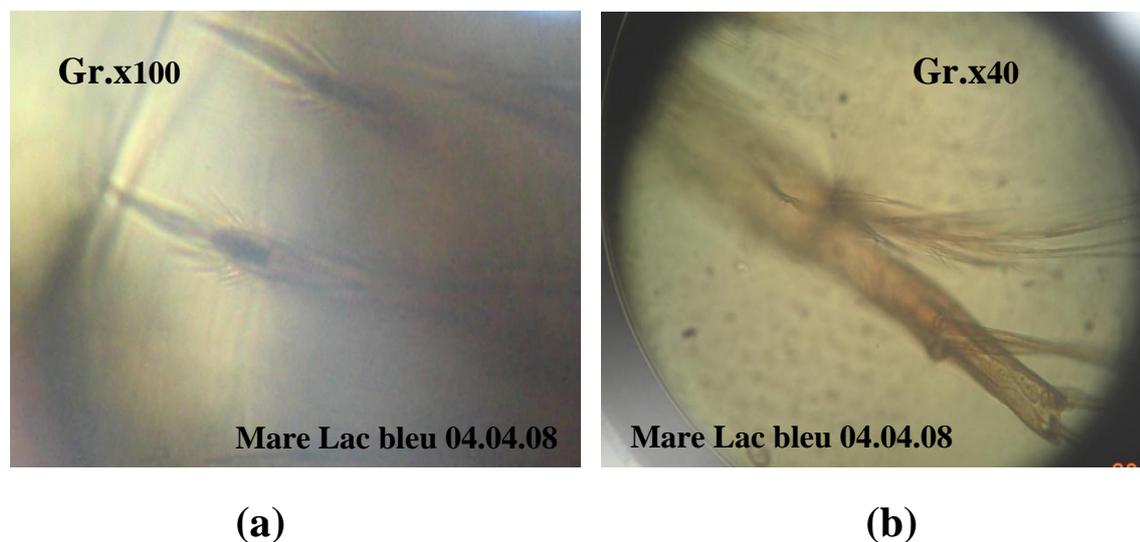
Figure 47. *Culex mauritanicus*.

(a): la tête, (b) : le siphon et la partie anale, (c) : le siphon, (d) : les peignes de 8^{ème} segment, (e) : antenne, (f) : les épines préclypéales.

d)-*Culex mimeticus* (Noe, 1899) (Figure 48)

Cette espèce appartient à la sous famille des *Culicinae*, la larve est caractérisée par :

- Le peigne du VII^{ème} segment se forme d'épines ;
- Les soies subapicales de l'antenne à mi-distance de l'apex et de la touffe.

Figure 48. *Culex mimeticus*.

(a) : le peigne du VII^{ème} segment, (b) : antenne.

4. 2. 3. Caractéristiques des espèces

4. 2. 3. 1. Richesse spécifique

La figure 49 montre la richesse spécifique des espèces inventoriées par site pendant les trois cycles. Dans la majorité des prélèvements, une à deux espèces ont été observées, trois espèces ont été observées dans la mare El Hrib. Les cas où l'on rencontre plus d'espèces sont de l'ordre de 6.

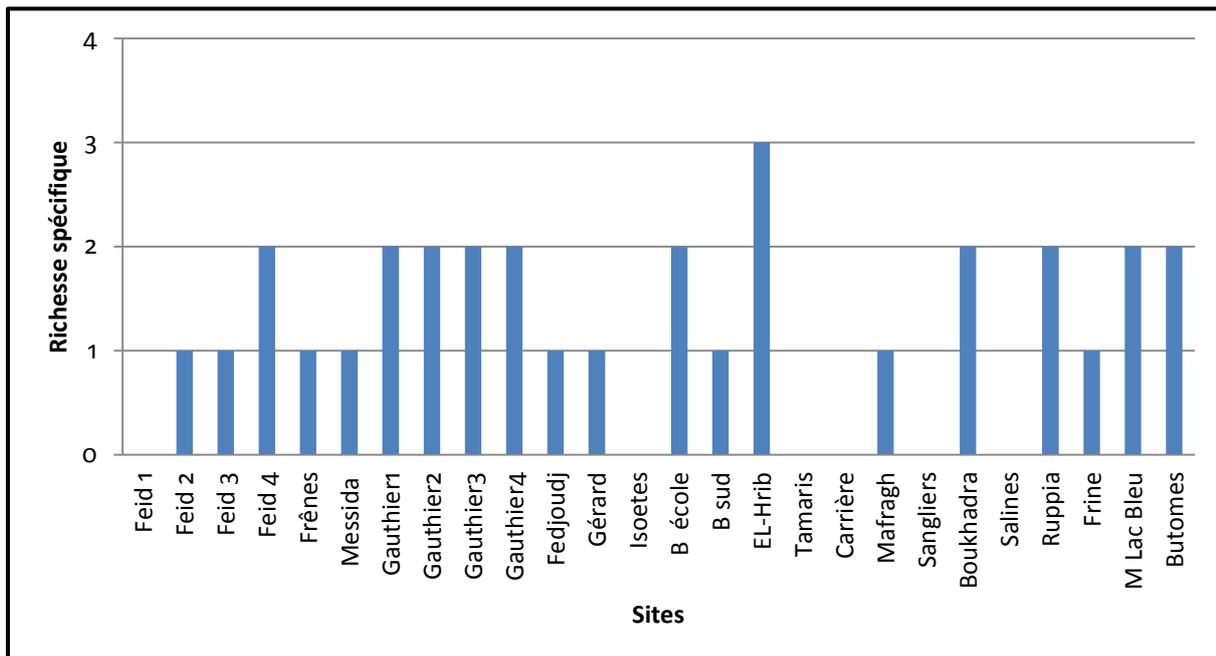


Figure 49. Richesse spécifique des larves des espèces de Culicidés inventoriées pendant les trois cycles.

D'après la figure 50, La richesse spécifique pour chaque cycle est égale à 3 espèces. Le tableau 6 nous renseigne sur les espèces communes aux trois cycles et qui sont présentées en caractère non gras.

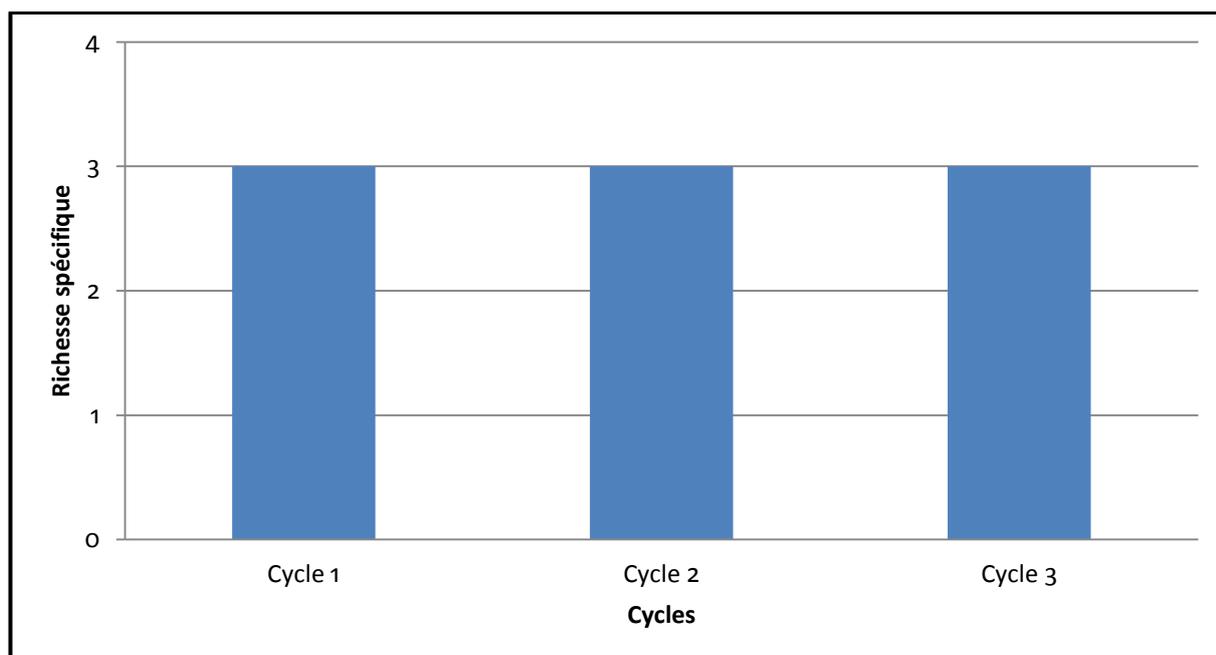


Figure 50. Richesse spécifique dans les sites étudiés pendant les 3 cycles.

Tableau 6 : Liste des larves des espèces de Culicidés observées dans les sites étudiées.

Cycle Espèce	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3
Espèce	<i>Anopheles maculipennis</i>	<i>Anopheles maculipennis</i>	<i>Anophelse maculipennis</i>
	<i>Anopheles claviger</i>	<i>Culex mimeticus</i>	<i>Anopheles claviger</i>
	<i>Culex mauritanicus</i>	<i>Culex mauritanicus</i>	<i>Culex mauritanicus</i>

L'analyse des prélèvements qualitatifs (Tableau 7), montre que les différents sites sont colonisés par 4 espèces Culicidiennes. La majorité des sites abrite l'espèce *Anopheles maculipennis* puis a un degré moindre l'espèce *Culex mauritanicus* ; un seul site (El Hrib) abrite 3 espèces. Les autres sites abritent une à deux espèces.

Tableau 7 : Richesse spécifique des larves de Culicidés dans les sites étudiés

	cycle 1 (2006-2007)				cycle 2 (2007-2008)				cycle 3 (2009-2010)			
	<i>A. ma</i>	<i>A. cl</i>	<i>C. ma</i>	<i>C. me</i>	<i>A. ma</i>	<i>A. cl</i>	<i>C. ma</i>	<i>C. me</i>	<i>A. ma</i>	<i>A. cl</i>	<i>C. ma</i>	<i>C. me</i>
Fei2.	+											
Fei3.										+		
Fei4.	+		+		+							
bouk.	+		+									
G1.										+	+	
G2.	+		+						+		+	
G3.	+								+		+	
G4.	+								+		+	
B.E.	+				+		+		+			
B.S.									+			
Hri.	+	+	+		+						+	
Fedj.	+								+			
M.L.B			+							+		
Frê.		+										
Mes.					+				+			
Rup.	+										+	
Fri.					+							
Gér.	+											
Bét.	+	+										
Maf.	+				+							

4. 2. 3. 2. Abondance des larves des espèces de Culicidés inventoriées

À partir de la figure 51, nous remarquons que la mare El Hrib enregistre une abondance très élevée avec 27 individus, viennent ensuite El Feid 4 et Gauthier 2 avec 22 individus pour chacun puis Gauthier 3, Gauthier 4, Fedjoudj avec respectivement 15, 14 et 11 individus. Le minimum d'individus est observé aux Feid 3, Frênes, Gérard et B.Sud dont le nombre total ne dépasse pas 1 pour chaque site. Les autres sites présentent une abondance entre 2 et 6 individus. Nous signalons également l'absence totale des espèces dans certains sites.

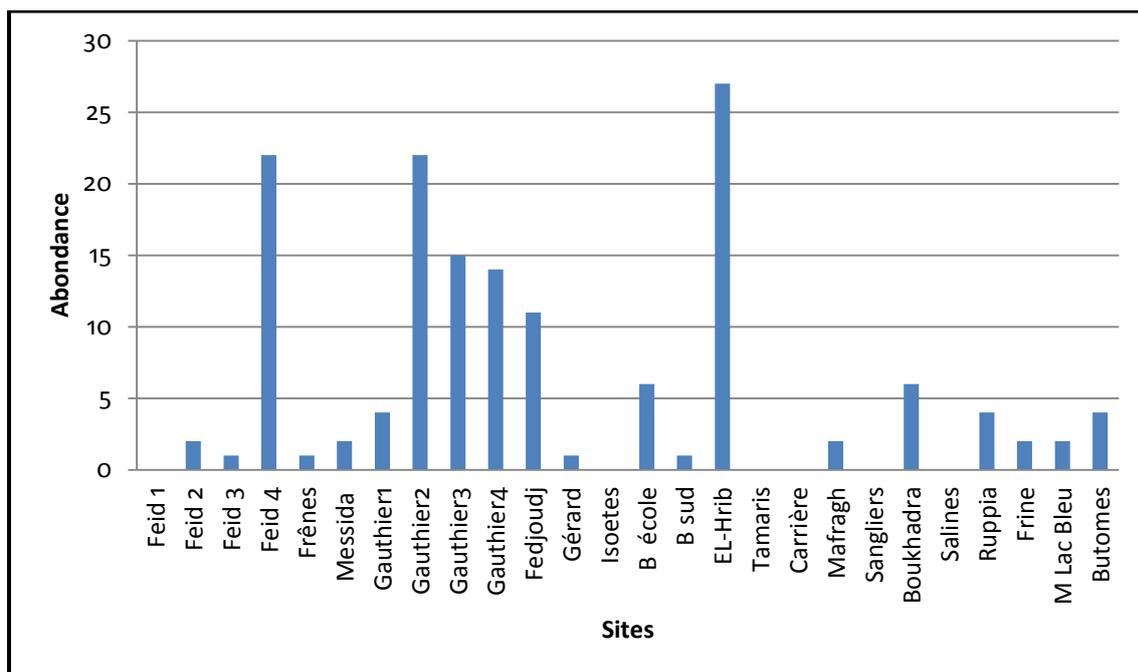


Figure 51. Abondance des larves des espèces de Culicidés inventoriées pendant les trois cycles.

Les résultats obtenus par cycle montrent que les sites El Hrib et Feid 4 sont les plus abondants durant le premier cycle, l'abondance est respectivement de l'ordre de 24 et 21. L'abondance est faible au 2^{ème} cycle, elle est de l'ordre de 3 observée à B.Ecole. Par contre, les Gauthiers sont les plus abondants au 3^{ème} cycle ; Gauthier 2, Gauthier 3 et Gauthier 4 dont l'abondance est successivement de 22, 15 et 14 (Figure 52).

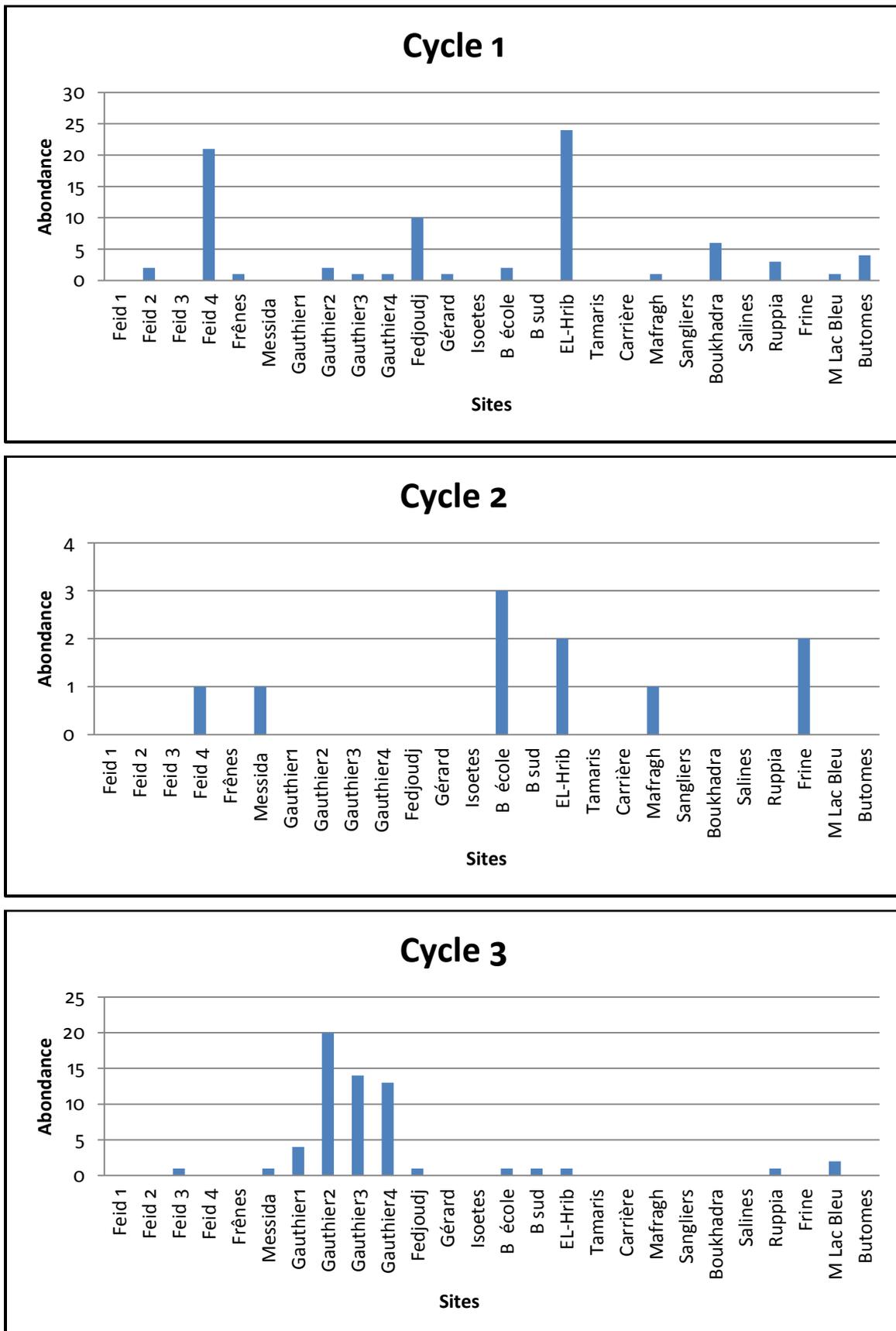


Figure 52. Abondance des larves des espèces de Culicidés inventoriées par cycle.

Nous remarquons que, l'abondance générale des larves des espèces de Culicidés est élevée pendant le premier cycle (54%) avec 80 individus, puis le troisième cycle (39%) avec 58 individus et enfin le deuxième cycle (7%) avec seulement 11 individus (figure 53)

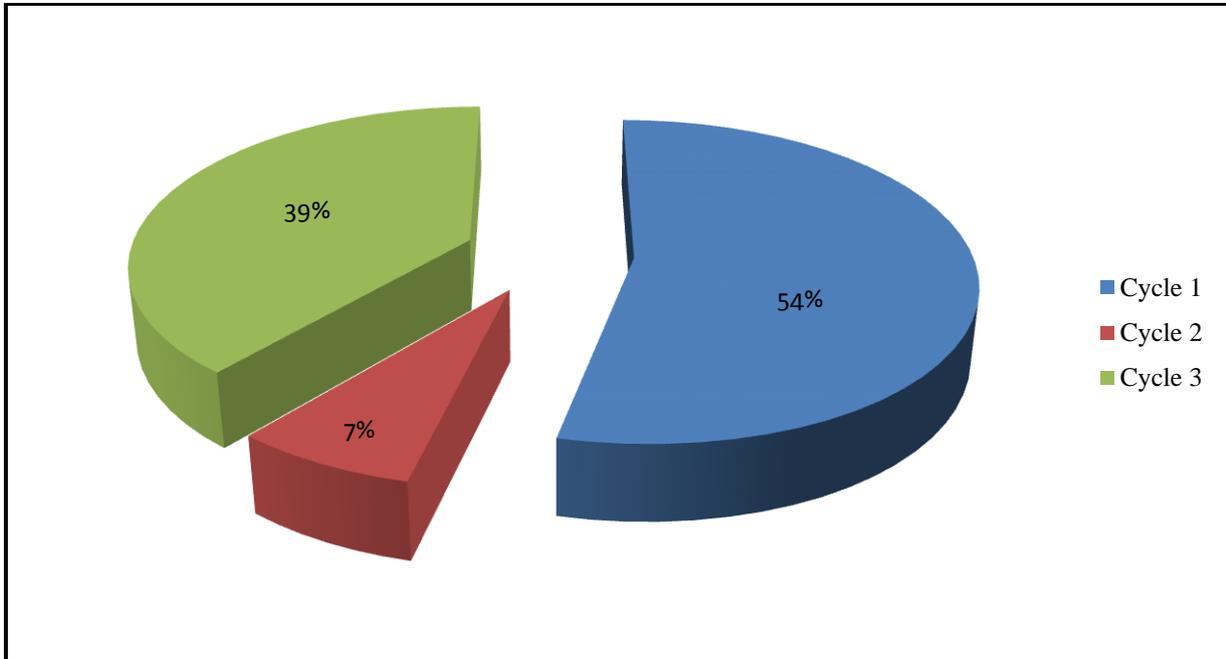


Figure 53. Abondance des larves des espèces de Culicidés inventoriées dans les sites étudiés pendant chaque cycle.

4. 2. 3. 3. Evolution mensuelle des larves des espèces de Culicidés inventoriées

Au cours de cette étude, l'espèce *Anopheles maculipennis* est la plus abondante dans la région de la Numidie Orientale avec une abondance maximale de 31 individus récoltés durant le mois de juin du premier cycle. Nous remarquons également que cette espèce est présente pendant tous les cycles (figure 54).

Anopheles maculipennis est suivie par *Culex mauritanicus* dont l'abondance maximale est de 20 individus pendant le mois d'Avril du premier cycle (figure 54).

Les espèces les moins abondantes sont *Anopheles claviger* avec une abondance maximale de 2 individus pendant le mois de Mai du premier cycle, suivie par *Culex mimeticus* avec une abondance maximale de 1 individu pendant le mois d'Avril du deuxième cycle (figure 54).

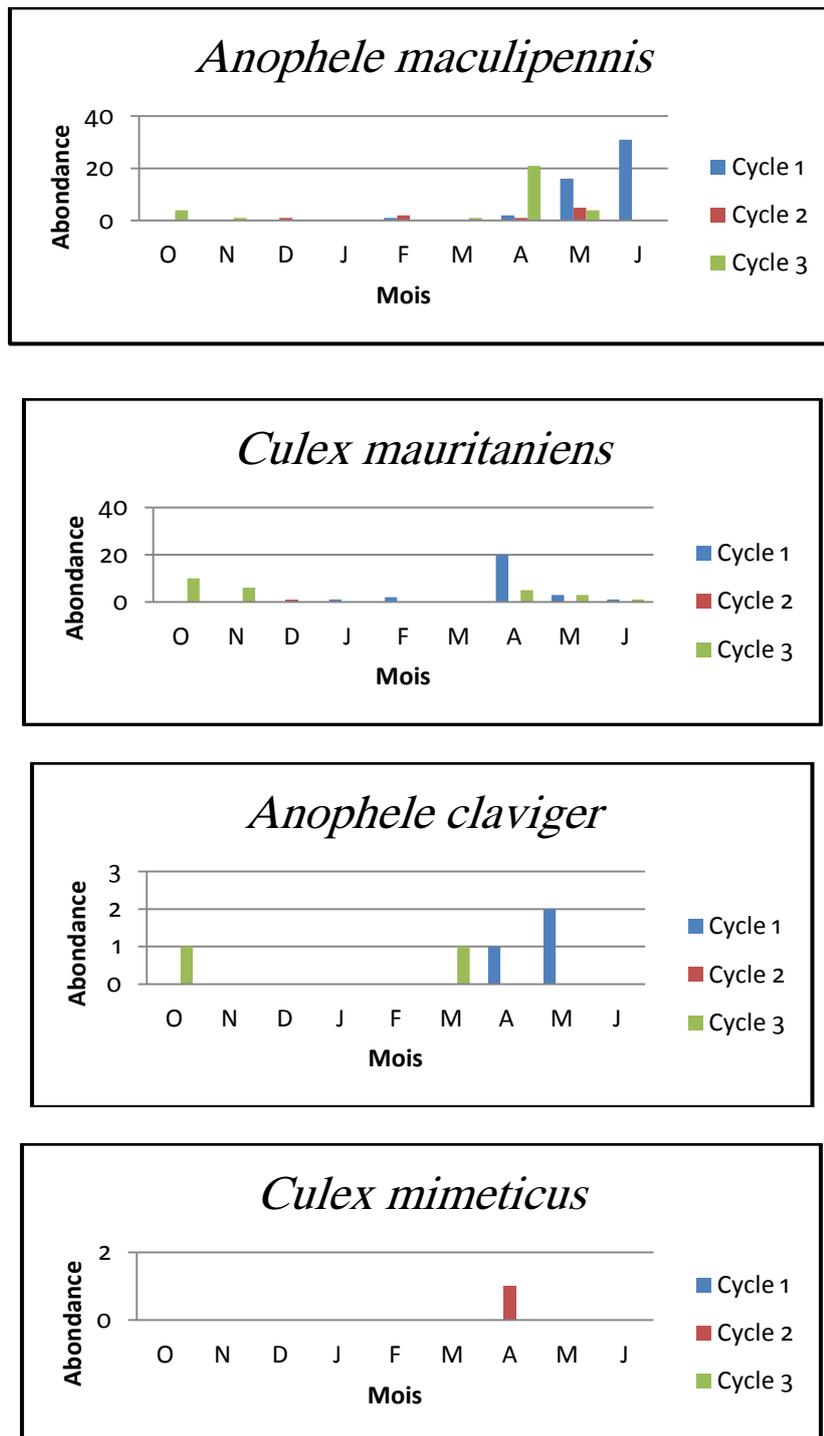


Figure 54. Evolution mensuelle de l'abondance des larves des espèces de Culicidés inventoriées pendant les 3 cycles.

La figure 55 montre que l'abondance des larves de Culicidés est élevée pendant le mois de Juin pour le premier cycle, au mois de Mai pour le deuxième cycle et au mois d'Avril pour le troisième cycle. L'abondance des espèces de Culicidés pendant les trois cycles est élevée durant ces mois, la cause serait probablement l'augmentation de la température.

Les mois de Décembre, Janvier, Février et Mars sont les moins abondants pour les 3 cycles coïncidant avec une baisse de la température.

Le premier cycle semble être le plus abondant en espèce.

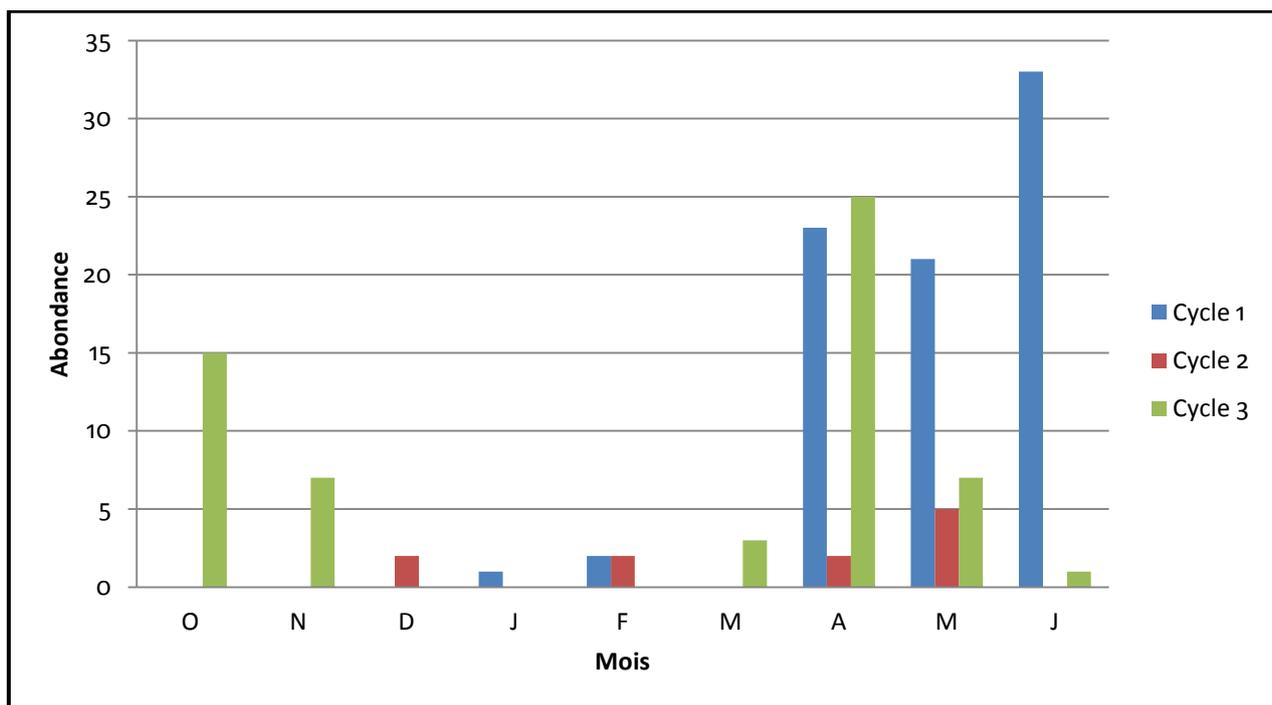


Figure 55. Evolution mensuelle de l'abondance de l'ensemble des larves de Culicidés inventoriées pendant les 3cycles.

4. 2. 4. Répartition des larves des espèces de Culicidés inventoriées

4. 2. 4. 1. Répartition temporelle

Cycle 1 : les résultats obtenus montrent l'absence de toutes les espèces inventoriées durant le mois de décembre et le mois de mars. Les deux espèces : *Anopheles maculipennis* et *Culex mauritanicus* sont présentes aux mois de février, avril, mai, juin et en plus janvier pour *Culex mauritanicus*. L'espèce *Anopheles claviger* est absente pendant tout le cycle et n'est présente qu'au mois d'avril et mai. Par contre, l'espèce *Culex mimeticus* est absente durant tout le cycle (Tableau 8).

Tableau 8 : Phénologie des larves des espèces de Culicidés inventoriées au cours du premier cycle.

Espèce	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui
<i>Anopheles maculipennis</i>			—		—	—	—
<i>Anopheles claviger</i>					—	—	
<i>Culex mauritanicus</i>		—	—		—	—	—
<i>Culex mimeticus</i>							

Cycle 2 : Nous remarquons d'après le tableau 9, l'absence d'*Anopheles claviger* pendant tout le cycle. Les espèces *Culex mauritanicus* et *Culex mimeticus* sont présentes mais seulement pendant un mois respectivement le mois de décembre et le mois d'avril.

L'*Anopheles maculipennis* est toujours présente mais comme pour le premier cycle, elle est absente durant le mois de janvier et mars en plus le mois de novembre.

Tableau 9 : Phénologie des larves des espèces de Culicidés inventoriées au cours du deuxième cycle.

Espèce	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai
<i>Anopheles maculipennis</i>		—		—		—	—
<i>Anopheles claviger</i>							
<i>Culex mauritanicus</i>		—					
<i>Culex mimeticus</i>						—	

Cycle 3 : À partir du tableau 10, on remarque l'absence de *Culex mimeticus* pendant tous le cycle. Les trois espèces : *Anopheles maculipennis*, *Anopheles claviger* et *Culex mauritanicus* sont absentes durant les mois de décembre, janvier et février.

L'espèce *Anopheles maculipennis* est absente aussi au mois de juin et présente durant les mois d'octobre, novembre, mars, avril et mai ;

Anopheles claviger est présente durant les deux mois d'octobre et mars.

Tableau 10: Phénologie des larves des espèces de Culicidés inventoriées au cours du troisième cycle.

Espèce	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui
<i>Anopheles maculipennis</i>	_____					_____			
<i>Anopheles claviger</i>	_____					_____			
<i>Culex mauritanicus</i>	_____						_____		
<i>Culex mimeticus</i>									

À partir des trois tableaux (8, 9 et 10), on remarque que l'espèce *Anopheles claviger* disparaît en hiver et *Culex mimeticus* apparaît une seule fois au mois d'avril.

4. 2. 4. 2. Répartition spatiale

Sur les 26 sites étudiés pendant les trois cycles, l'espèce *Anopheles maculipennis* est récoltée dans 16 sites parmi 26 sites échantillonnés ; c'est l'espèce la plus fréquente et la plus répandue dans la Numidie (figure 56A). Elle est suivie de *Culex mauritanicus* trouvée dans 10 sites (figure 57A), puis par l'*Anopheles claviger* rencontrée dans 5 sites (figure 56B) et enfin l'espèce *Culex mimeticus* qui n'a été observée que dans un seul site et une seule fois (figure 57B).

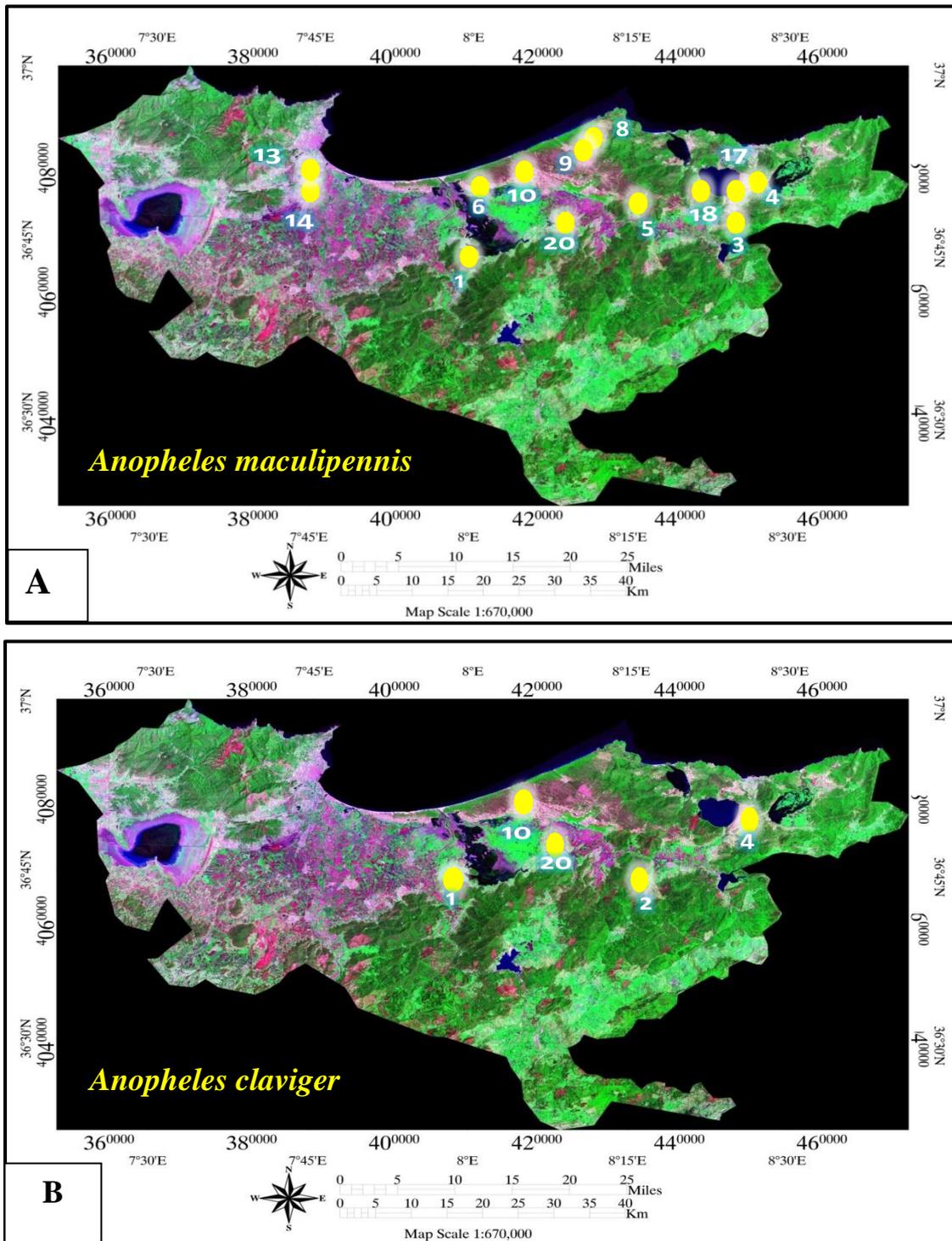


Figure 56. Répartition spatiale des espèces d'*Anopheles maculipennis* et *Anopheles claviger* dans les sites étudiés pendant les trois cycles.

1 : Feid 2, 3 et 4 ; 2 : Frênes ; 3. Messida ; 4 : Gauthier 1,2, 3 et 4 ; 5 : Fedjoudj ; 6 : Gérard ; 8 : Berrihane-Ecole ; 9 : Berrihane-Sud ; 10 : Hrib ; 13 : Mafragh ; 14 : Boukhadra ; 17 : Ruppia ; 18 : Frine ; 20 : Butomes.

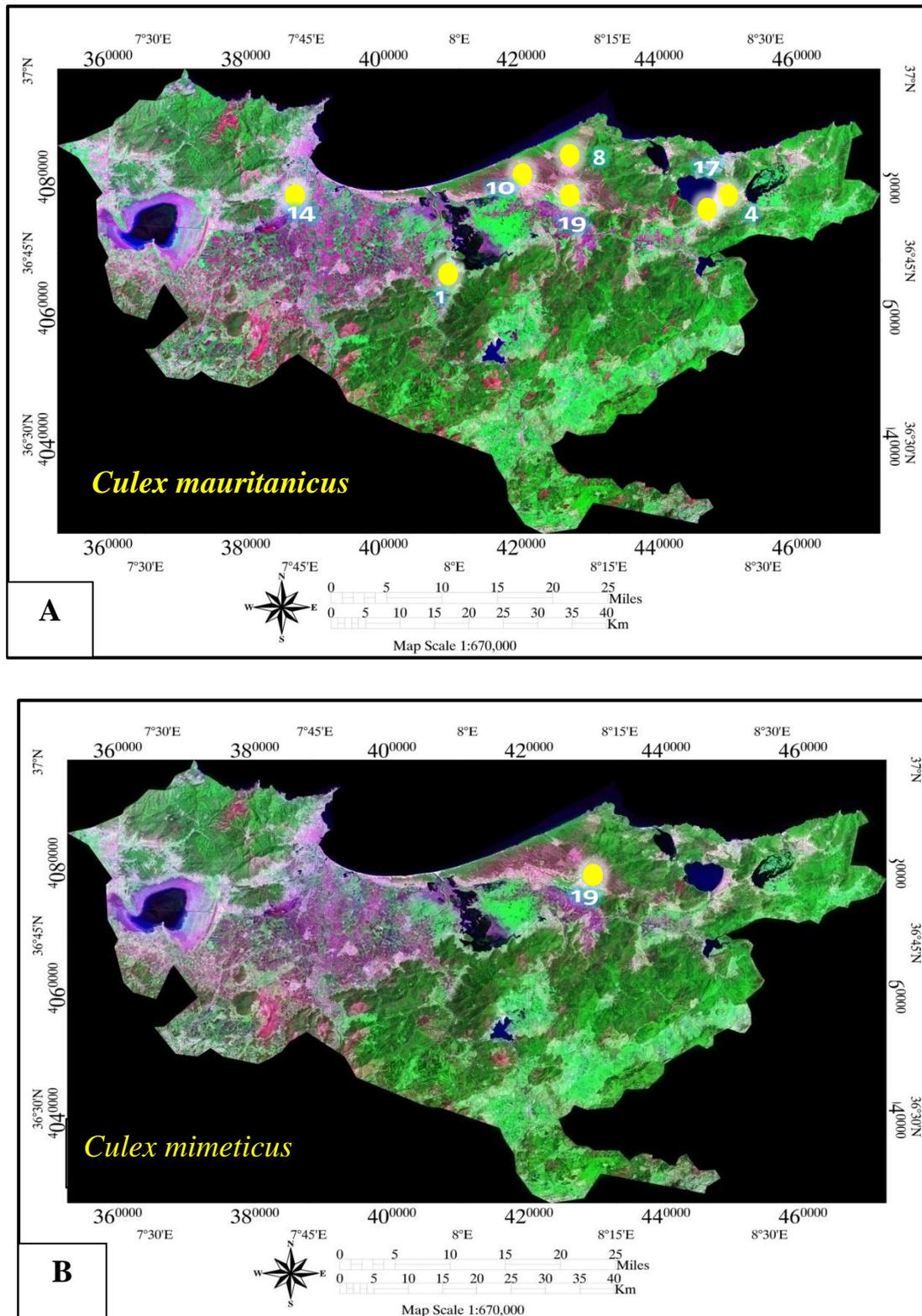


Figure 57. Répartition spatiale des espèces de *Culex mauritanicus* et *Culex mimeticus* dans les sites étudiés pendant les trois cycles.

1 : Feid 4 ; 2 : Frênes ; 4 : Gauthier 1 ; 5 : Fedjoudj ; 8 : Berrihane-Ecole ; 10 : Hrib ; 14 : Boukhadra ; 17 : Ruppia ; 19 : Mare Lac Bleu.

Discussion

L'analyse des résultats qualitatifs montre que la faune Culicidienne est assez importante et inférieure à celle rapportée par Berrak (2009) qui a indiqué l'existence de 10 espèces réparties en 6 genres récoltées dans la même région mais au niveau du lac des Oiseaux.

Cette richesse Culicidienne est également inférieure à celle signalée par Hamaidiai (2004) qui a récolté 15 espèces de Culicidae dans la région de Souk-ahras (3 *Anopheles*, 3 *Culiseta* et 9 *Culex*) et 12 espèces dans la région de Tébessa, appartenant aux genres *Culex*, *Culiseta* et *Aedes*.

Nos résultats diffèrent également de ceux de Bebbi (2004) qui a cité la présence de 13 espèces dans la région d'Oued-Righ (4 *Culex*, 7 *Aedes*, une seule espèce de *Culiseta* et une seule espèce d'*Anopheles*). La région Ouest d'Algérie est riche en espèces comparativement à nos résultats. En effet, Hassain (2002) a cité 20 espèces de Culicidae.

L'étude antérieure de Andarelli (1954) dans le nord de l'Aurès a révélé l'existence de 8 espèces (*Anopheles labranchiae*, *A. marteri*, *A. hispaniola*, *Culex mimeticus*, *C. hortensis*, *C. laticinctus*, *C. hortensis* et *Culiseta longiareolata*). Cependant, le genre *Aedes* est signalé dans le Sud des Aurès. De même l'étude de Senevet et Andarelli (1960) a rapporté une richesse Culicidienne très importante à Oran avec 20 espèces de Culicidés (5 *Anopheles*, 5 *Aedes*, 2 *Culiseta* et 8 *Culex*). À Constantine, il a révélé l'existence de 15 espèces (4 *Anopheles*, 3 *Aedes*, 2 *Culiseta* et 6 *Culex*). Quant au Sahara, il a noté la présence de 22 espèces (8 *Anopheles*, 4 *Aedes*, 2 *Culiseta* et 8 *Culex*).

La faible richesse en Culicidés et le nombre réduit récoltés dans notre étude seraient probablement expliqués par l'assèchement. En effet, les sites prospectés sont des milieux temporaires complètement à sec pendant tous les mois de l'été (juillet, août et septembre), durant lesquels certaines espèces de Culicidés montrent une activité reproductive intense. Ainsi, à cause de leur assèchement, les milieux permanents constituent des gîtes larvaires et des sites plus avantageés par l'oviposition des moustiques. Dans ce sens, Boulkenafet (2006) a récolté dans son étude une richesse élevée de Culicidés dans les eaux permanentes comparativement aux eaux temporaires.

En ce qui concerne les résultats quantitatifs, l'espèce *Anopheles maculipennis* occupe la première position suivie par *Culex mauritanicus*. Ces deux espèces constituent la majorité de

l'ensemble des larves de Culicidés récoltées. En effet, d'après nos résultats, elles colonisent tous les milieux ; eaux douces ou saumâtres, turbides et nos turbides à différents types de substrats.

L'évolution mensuelle générale de l'abondance des larves de Culicidés inventoriées montre que l'abondance de ces espèces est élevée durant les mois d'Avril, Mai et Juin. La cause serait probablement l'augmentation de la température. En effet, la température élevée accélère l'éclosion des œufs, le développement larvaire ainsi que leur survie, pour les larves et les adultes (Rodhain et Perez, 1985 ; Himmi *et al.*, 1998). Selon Dajoz (1971), la température et les précipitations constituent l'élément important contrôlant la répartition de la faune culicidienne. La disparition de certaines espèces en hiver (*Anopheles claviger* pendant les 3 cycles) serait liée probablement à la baisse de la température et le développement larvaire serait stoppé si l'eau est trop froide (Schaffner *et al.*, 2001).

La faible abondance en hiver dû à la baisse de la température serait expliquée aussi par l'entrée en diapause de certaines espèces. Ainsi, les femelles d'*Anopheles maculipennis* qui émergent après le mois d'Août et tous de suite fécondées, passent l'hiver en diapause dans des abris. La fin de l'hibernation a lieu en Mars (Schaffner *et al.*, 2001).

La photopériode est également un facteur important, qui peut contribuer à leur apparition dans la nature. Elle conditionne la production primaire des gîtes larvaires, ainsi la biomasse du phytoplancton, source nutritive indispensable au bon développement larvaire de Culicidés. Cette production primaire lorsqu'elle devient importante favorise les charges en matières organiques et l'eutrophisation des plans d'eau indispensables à certains Culicidés (*Culex pipiens*) (Gourmala, 1991). Malheureusement, notre étude n'a pas porté sur la photopériode.

L'absence des larves de Culicidés de quelques sites (Feid1 ; Tamaris ; Carrière ; Isoetes ; Salines et Sangliers) s'explique probablement par les courtes durées de mise en eau, combinées parfois avec une forte variation de salinité et/ou température de l'eau (Himmi *et al.*, 1998), en plus, la présence des prédateurs comme les poissons. Il a été rapporté que les moustiques adultes ont la capacité de détecter la présence des Gambusies et réduisent le taux de ponte dans les cours d'eau contenant l'odeur des Gambusies (Angelon et Petranka, 2002 in Berrak, 2009). Aussi, les odonates et beaucoup d'espèces de Coléoptères ainsi que les batraciens (Samraoui et de Bélair, 1998) et les hémiptères (*Notonecta glauca*) qui enregistrent leurs présences dans la majorité des mares, empêchent l'oviposition (les moustiques femelles ne déposent pas d'œufs là où se trouve *Notonecta*) (Lacey et Orr, 1994 in Berrak, 2009).

D'après nos résultats, nous avons pu tirer un nombre d'enseignement sur les espèces récoltées :

Anopheles maculipennis est la plus fréquente et la plus abondante. Cette espèce habite les eaux douces, les eaux oligo-saumâtres et saumâtres, turbides et non turbides aux substrats sableux, limoneux et limon-argileux-sableux. Elle apparaît comme l'espèce la plus courante et s'adapte à tous les milieux. Elle est récoltée au Maroc (Himmi *et al.* 1995); (Schaffner *et al.*, 2001) et en Algérie (Bendali-Saoudi, 2006 ; Benkhedim-Aouati, 2009).

L'espèce *Culex mauritanicus* est la deuxième espèce après *Anopheles maculipennis*, elle est moins abondante et moins fréquente que l'*Anopheles maculipennis*. Elle est inféodée aux eaux douces, eaux oligo-saumâtres et saumâtres, turbides et non turbides aux substrats sableux et limoneux. Cette espèce n'est récoltée que d'une région très limitée du sud du Maroc par Callot en 1940 ; Senevet *et al.*, (1948) ; Trari et Himmi (1987), Trari (1991), Himmi *et al.* (1995), Chlaida *et al.* (1995) et Trari *et al.* (2002).

Notre étude a signalé l'existence de *Culex mauritanicus* pour la première fois dans la Numidie et en Algérie. La présence de cette espèce constitue sur le plan écologique, un fait nouveau qu'il était important de signaler.

Anopheles claviger vient en troisième position, elle est faible en abondance et peu fréquente. Cette espèce se rencontre dans les eaux douces, les eaux oligo-saumâtres, non turbides, inféodée aux substrats argile-limoneux, limoneux et sableux. Elle est aussi signalée dans les régions montagneuses du pourtour Méditerranéen (Schaffner *et al.*, 2001), elle a été trouvée au Maroc (Himmi *et al.*, 1995 ; Louah *et al.*, 1995 ; Trari *et al.*, 2002, 2004 ; Larhballi *et al.*, 2011), en Tunisie (Moussiégt, 1983) et en Algérie (Brunhes *et al.*, 1999, 2000 ; Boulkenafet, 2006 ; Bendali-Saoudi, 2006 ; Benkhedim-Aouati, 2009).

L'espèce *Culex mimeticus* est récoltée avec de faibles proportions 1% et est observée une seule fois. Elle semble être une espèce localisée. Cette espèce habite les eaux douces, non turbides à substrat sableux. Ceci s'accorde avec les résultats de Boulkenafet (2006) qui a capturé cette espèce dans la région de Skikda une seule fois dans des gîtes permanents à eau douce riches en végétation et à substrat sableux.

Cette espèce des régions montagneuses du littoral Méditerranéen (Schaffner *et al.*, 2001) a été récoltée en Tunisie (Moussiégt, 1983), au Maroc (Bouallam, 1992 ; Louah *et al.*, 1995 ; Himmi *et al.*, 1995 ; Chlaida *et al.*, 1995 ; Trari *et al.*, 1991, 2002) et en Algérie (Brunhes *et al.*, 1999, 2000 ; Bendali-Saoudi, 2006).

Les 4 espèces identifiées durant la période d'étude ne représentent en aucun cas la totalité de la richesse des sites en Culicidés.

4. 3. Inventaire de Gastéropodes récoltés

4. 3. 1. Analyse générale

Sur les 531 prélèvements effectués au cours de cette étude, 11 espèces de Gastéropodes ont été récoltées dans l'ensemble des sites explorés. Ces espèces sont réparties en deux sous classes ; les Pulmonés et les Prosobranches et en 5 familles : Planorbidae et Lymnaeidae qui sont majoritaire avec la présence de 4 espèces pour chacune. Les familles Physidae, Bithyniidae et Acroloxidae comprennent chacune une seule espèce (Tableau 11).

Les résultats cumulés dans le tableau 11 montrent que l'espèce la plus fréquente est *Gyraulus laevis* avec 164 occurrences sur 531 relevées, puis vient en seconde position *Physa acuta* avec 93 occurrences sur 531, suivie par *Planorbarius metidjensis* 36 sur 531 occurrences puis *Gyraulus crista* et *Bithynia tentaculata* respectivement 23 sur 531 et 21 sur 531 relevées et *Lymnaea stagnalis* avec 19 sur 531 relevées. Les autres espèces ont des occurrences entre 1 et 3 sur 531 relevées (Tableau 11).

Tableau 11: Liste des espèces de Gastéropodes inventoriées dans les 26 sites au cours des 03 cycles.

Sous classe	Famille	Espèce	Fréquence d'occurrence
Pulmonés	Planorbidae	<i>Gyraulus laevis</i>	164/531
		<i>Gyraulus crista</i>	23/531
		<i>Planorbarius metidjensis</i>	36/531
		<i>Bathyomphalus contortus</i>	3/531
Pulmonés	Lymnaeidae	<i>Lymnaea stagnalis</i>	19/531
		<i>Galba truncatula</i>	2/531
		<i>Lymnaea natalensis</i>	1/531
		<i>Stagnicola corvus</i>	3/531
Pulmonés	Physidae	<i>Physa acuta</i>	93/531
Prosobranches	Bithyniidae	<i>Bithynia tentaculata</i>	21/531
Pulmonés	Acroloxidae	<i>Acroloxus lacustris</i>	1/531

Parmi les 11 espèces récoltées durant les trois cycles, une seule espèce est qualifiée plus fréquente, il s'agit de *Gyraulus laevis* avec des fréquences d'occurrence élevées pendant les trois cycles, alors que les deux espèces *Lymnaea natalensis* et *Acroloxus lacustris* sont présentes avec de faibles fréquences d'occurrences limitées à 1 pendant le 3^{ème} cycle (Tableau 12).

Tableau 12 : Nombre d'occurrences des espèces de Gastéropodes récoltées dans les 26 sites.

Espèce Cycle	<i>G.lae</i>	<i>G.cri</i>	<i>P.met</i>	<i>B.con</i>	<i>L.sta</i>	<i>G.tru</i>	<i>L.nat</i>	<i>S.cor</i>	<i>P.acu</i>	<i>B.ten</i>	<i>A.lac</i>
Cycle 1	47/158	05/158	7/158	1/158	18/158	0/158	0/158	1/158	17/158	5/158	0/158
Cycle 2	31/164	8/164	15/164	0/164	0/164	1/164	0/164	0/164	22/164	5/164	0/164
Cycle 3	86/209	10/209	14/209	2/209	1/209	1/209	1/209	2/209	54/209	11/209	1/209

D'après la figure 58, nous remarquons que la famille la plus abondante est celle des Planorbidae (70,17%) avec un total de 5646 individus récoltés, suivie par celles des Physidae (22,71%) avec 1828 individus, Lymaeidae (5,14%) avec 414 individus, Bithynidae (1,95%) avec 157 individus, et enfin Acroloxidae (0,01%) avec un seul individu.

L'espèce *Gyraulus laevis* représente presque la moitié des gastéropodes (49,80%) ; elle englobe le maximum du nombre d'individus avec 4007 de l'ensemble des Gastéropodes présents dans les sites d'étude qui est de 8046, suivie de *Physa acuta* (22,71%) avec 1828 individus, *Gyraulus crista* (13,95%) avec 1123 individus, *Planorbarius metidjensis* (6,36%) avec 512 individus, *Lymnaea stagnalis* (5,07%) avec 408 individus, *Bithynia tentaculata* (1,95%) avec 157 individus, *Bathyomphalus contortus* (0,04%) avec 4 individus, *Stagnicola corvus* (0,03%) avec 3 individus, *Galba truncatula* (0,02%) avec 2 individus et enfin *Lymnaea natalensis* et *Acroloxus lacustris* (0,01%) avec un seul individu pour chacune (Figure 59).

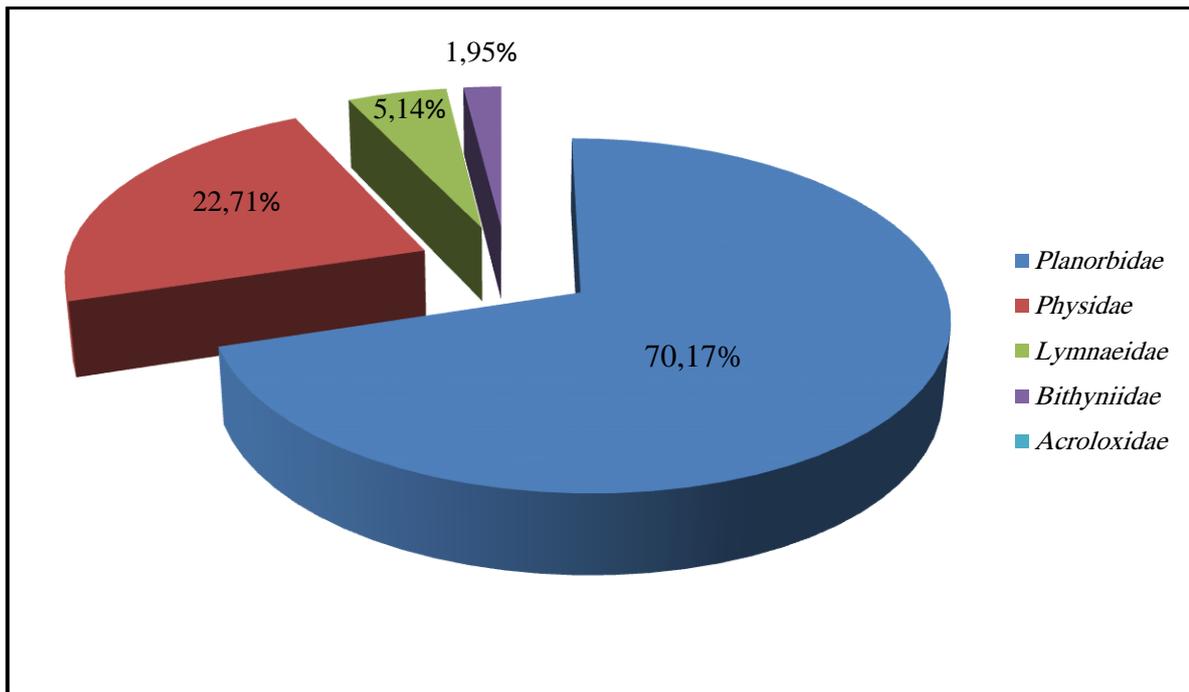


Figure 58. Répartition quantitative des familles de Gastéropodes pendant les 3 cycles.

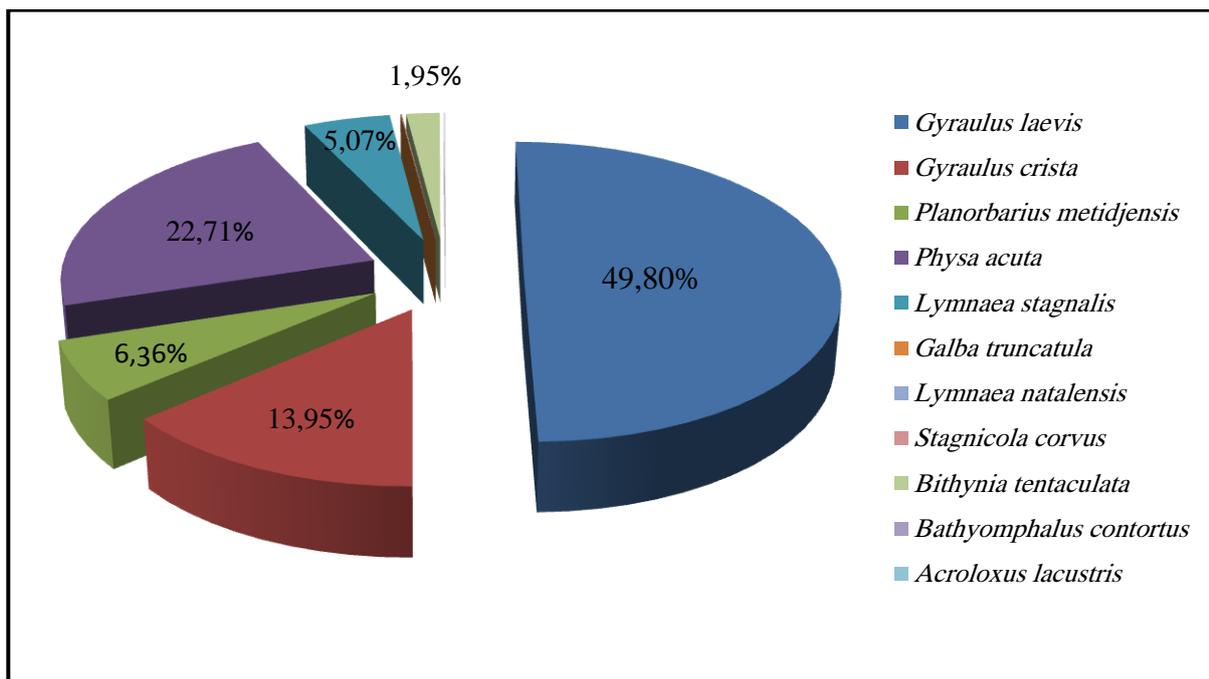


Figure 59. Répartition quantitative des espèces de Gastéropodes pendant les 3 cycles.

4. 3. 2. Description des espèces de Gastéropodes inventoriées

a). *Gyraulus laevis* (Alder, 1838)

Cette espèce appartient à la famille des Planorbidae (sous classe des Pulmonés) qui se caractérise par une coquille discoïde et aplatie.

L'espèce *Gyraulus laevis* est caractérisée par 4,5-5 tours arrondis, sans carène, le dernier tour contre l'ouverture un peu élargi. Suture profonde, lisse brillante, jaune corne. Hauteur 1-1,5 mm, diamètre 5-6 mm (Engelhardt *et al.*, 1998).

Gyraulus laevis se développe dans les eaux stagnantes ou à faible courant (Ramdani *et al.*, 1987) (Figure 60 a).

b). *Gyraulus crista* (Linné, 1758)

Cette espèce appartient à la famille des Planorbidae, la forme typique à des stries saillantes et la carène très denticulée. 3,5-4 tours, blanc tirant sur le gris à couleur corne. Hauteur 0,5-1 mm, diamètre jusqu'à 3mm (Engelhardt *et al.*, 1998)

Espèce d'eaux douces et légèrement saumâtres, vit sur les plantes aquatiques ou sur des corps flottants (Ramdani *et al.*, 1987) (Figure 60 b).

c). *Planorbarius metidjensis* (Forbes, 1838)

Cette espèce appartient à la famille des Planorbidae, 5,5 tours vite élargis, parfaitement circulaires. Coquille vert olive à marron. Hauteur 12 mm, diamètre 30 mm (Engelhardt *et al.*, 1998).

Cette espèce se caractérise par l'absence de carène, dernier tour ventru et ouverture subcirculaire (Tachet *et al.*, 2000).

L'espèce réalise son habitat dans les eaux stagnantes de faible profondeur et dans les sources et ruisseaux riches en matière organique (Ramdani *et al.*, 1987) (Figure 60 c).

d). *Bathyomphalus contortus* (Linné, 1758)

Cette espèce appartient à la famille des Planorbidae, dans les eaux stagnantes. 7-8 tours, plus hauts que larges, enroulement serré. Suture profonde, brun, hauteur 1,75-2 mm, diamètre 5-6 mm (Engelhardt *et al.*, 1998).

L'hauteur de l'ouverture plus grande que sa largeur en forme de croissant (Tachet *et al.*, 2000) (Figure 60 d).

e). *Lymnaea stagnalis* (Linné, 1758)

Cette espèce appartient à la famille des Lymnaeidae (sous classe des Pulmonés) qui se caractérise par une coquille toujours à enroulement dextre et tentacules larges et triangulaires (Tachet *et al.*, 2000).

Les tours de cette espèce est très étirés, coquille pointue, spire presque aussi haute que l'ouverture. Dernier tour ventru, hauteur 45-60 mm, largeur 20-30 mm. Couleur corne (Engelhardt *et al.*, 1998).

Ce Mollusque vit surtout dans les eaux douces stagnantes et les oueds à faible courant, dans les eaux saumâtres (Ramdani *et al.*, 1987) (Figure 60 e).

f). *Galba truncatula* (Muller, 1794)

Cette espèce appartient à la famille des Lymnaeidae, coquille à 5-6 tours de spire nettement renflé et apex arrondi (Tachet *et al.*, 2000). Hauteur jusqu'à 10 mm, largeur 5 mm, jaune corne. L'espèce vit dans les petites étendues d'eau : source mares fossés et enfouie dans la vase pendant les périodes de sécheresse, et se trouve aussi au bord de l'eau, sur les plantes et les pierres (Engelhardt *et al.*, 1998) (Figure 60 f).

g). *Lymnaea natalensis* (Krauss, 1848)

Cette espèce appartient à la famille des Lymnaeidae, la forme de la coquille large et mince, hauteur 25mm, largeur 14.5 mm mais petite dans la plupart du temps. Cette espèce vit dans les plans d'eau permanents. (Vandamme, 1988) (Figure 60 g).

h). *Stagnicola corvus* (Gmelin, 1791)

Cette espèce appartient à la famille des Lymnaeidae, elle se caractérise par une spire aussi haute et même plus haute que le dernier tour, sutures peu profondes, dernier tour pas ventru. Hauteur jusqu'à 20-36 mm, largeur 11-18 mm jaune corne à brun. Elle se trouve dans les eaux stagnantes et lentes ainsi que dans les eaux saumâtres et salées. (Engelhardt *et al.*, 1998) (Figure 60 h).

i). *Physa acuta* (Draparnaud, 1801)

Cette espèce appartient à la famille des Physidae (sous classe des Pulmonés), coquille toujours à enroulement senestre. Tentacules étroits et allongés (Engelhardt *et al.*, 1998). L'espèce vit dans toutes les formations aquatiques continentales : rivières, ruisseaux, sources, lacs (Ramdani *et al.*, 1987) (Figure 60 i).

j). *Bithynia tentaculata* (Linné, 1758)

Cette espèce appartient à la famille des Bithyniidae (sous classe des Prosobranches) qui se caractérise par une coquille haute, un opercule calcifié à lignes concentriques, cet opercule affleurant l'ouverture (Tachet *et al.*, 2000).

La coquille de cette espèce à 5-6 tours, sutures assez profondes. Jaune corne à rougeâtre, hauteur 10-12 mm largeur 6-7 mm. Elle vit dans les eaux courantes et stagnantes (Engelhardt *et al.*, 1998) (Figure 60 j).

k). *Acroloxus lacustris* (Linné, 1758)

Cette espèce appartient à la famille des Acroloxidae (sous classe des Pulmonés), espèces des eaux stagnantes ou à faible courant, s'attache aux feuilles des plantes aquatiques (Ramdani *et al.*, 1987).

Cette espèce se caractérise par une coquille également patelliforme mais plus allongée, apex relativement aigu dirigé vers la gauche (Tachet *et al.*, 2000). Hauteur 2 mm longueur 7 mm, largeur 3 mm (Engelhardt *et al.*, 1998) (Figure 60 k).



(a)



(b)



(c)

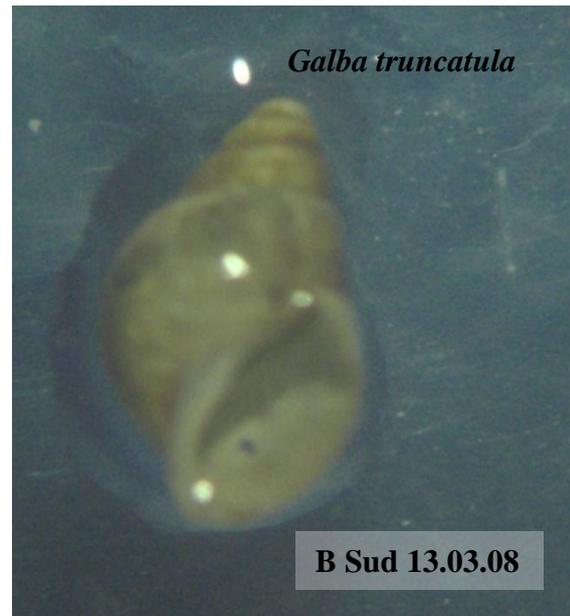


(d)

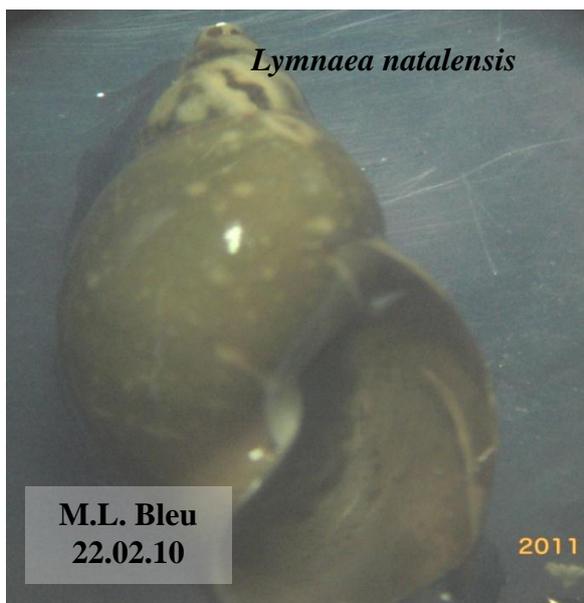




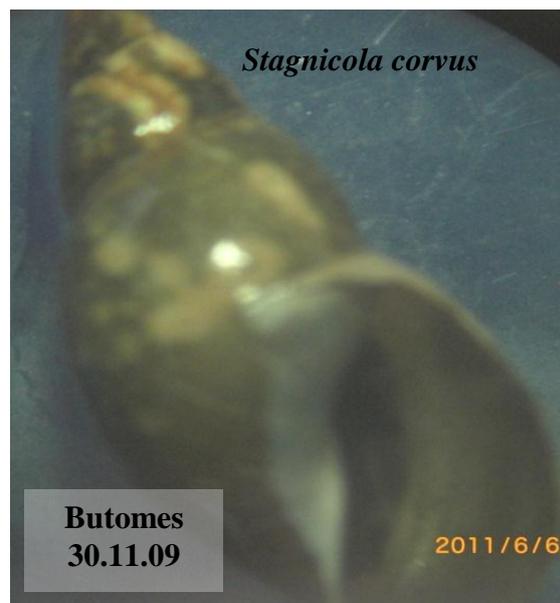
(e)



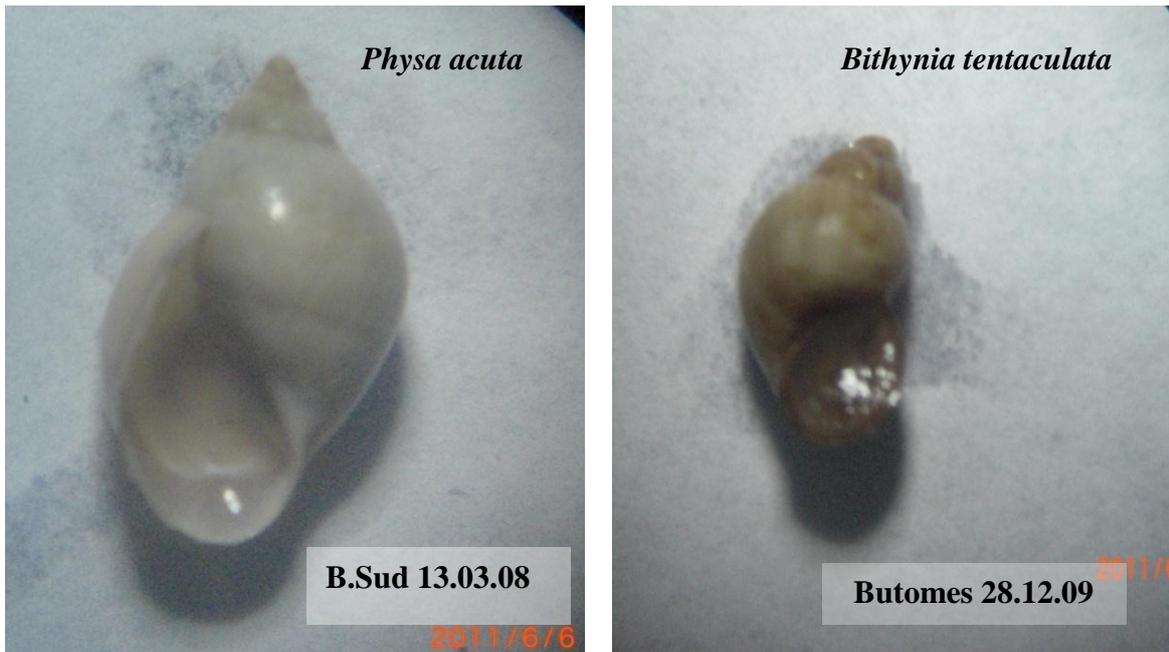
(f)



(g)



(h)



(i)

(j)



(k)

Figure 60. Les différentes espèces de Gastéropodes inventoriées pendant les 3 cycles (x 40).

4.3.3. Caractéristiques des espèces

4.3.3.1. Richesse spécifique

Les résultats obtenus montrent que, la richesse maximale des espèces de Gastéropodes est obtenue au niveau des sites suivants : Frênes, Messida et mare Lac Bleu avec la présence de 6 espèces pour chaque site suivie par B. Ecole, B. Sud, Boukhadra, Frine et Butomes avec 5 espèces. Les Feid 2, Feid 4, Gauthier 2 et Salines abritent chacun d'eux une seule espèce et enregistre le minimum de richesse. Les autres sites montrent une richesse spécifique entre 2 et 4 (Figure 61).

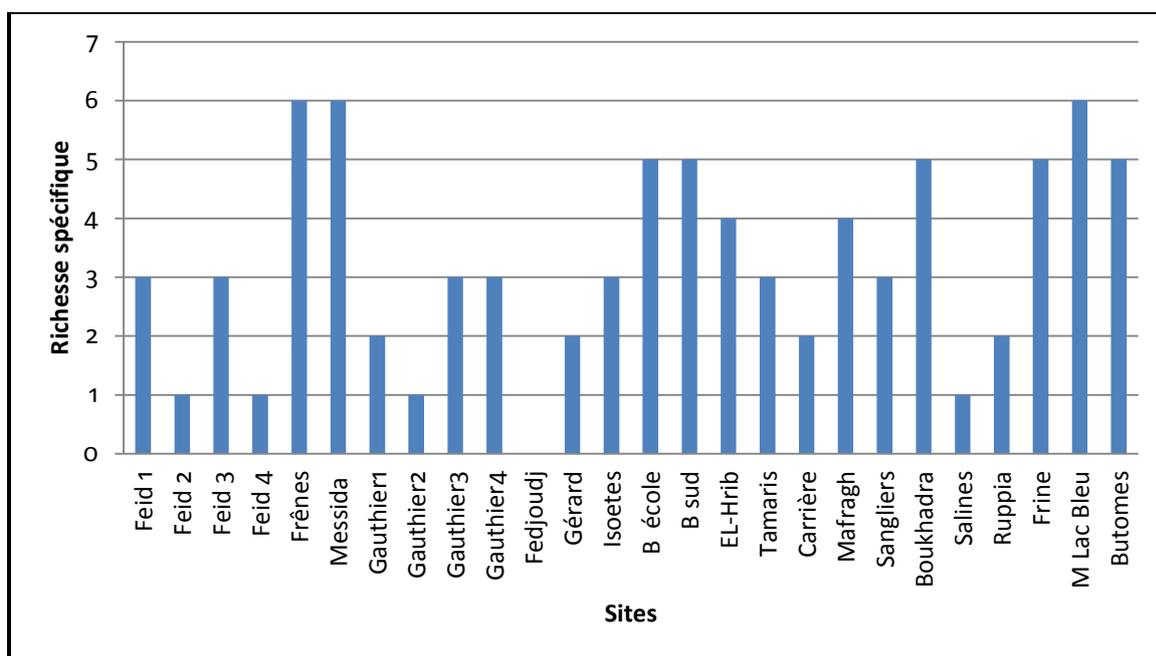


Figure 61. Richesse spécifique des espèces de Gastéropodes inventoriées pendant les trois cycles.

Selon la figure 62, la richesse spécifique la plus élevée est observée durant le 3^{ème} cycle avec la présence de 11 espèces.

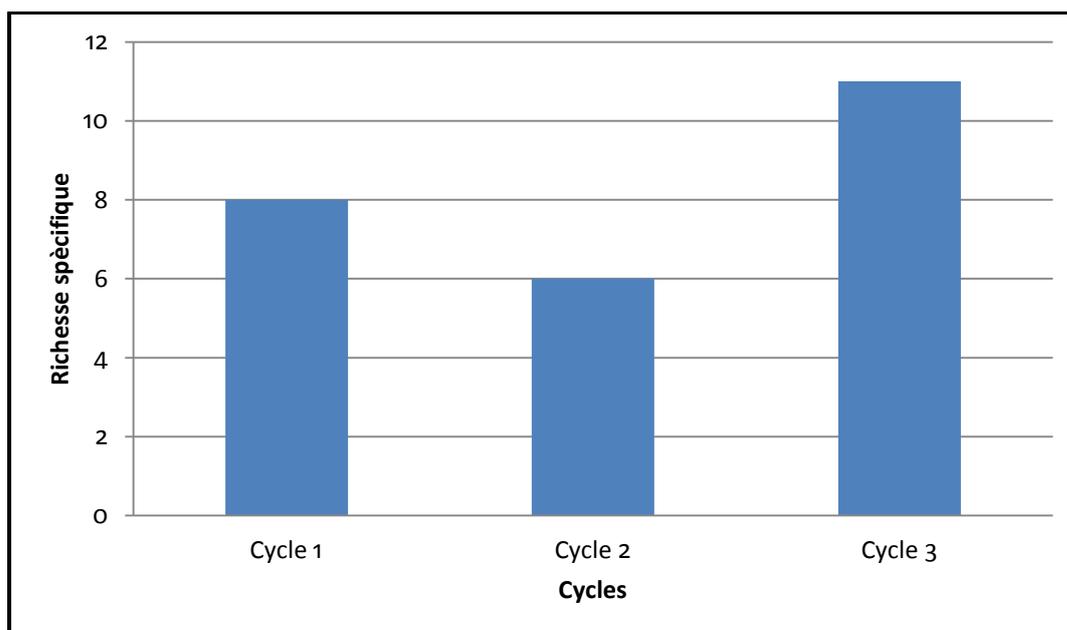


Figure 62. Richesse spécifique dans les sites étudiés pendant les 3 cycles.

L'analyse du tableau 13 permet de constater que les deux espèces *Lymnaea natalensis* et *Acroloxus lacustris* n'ont été récoltées que durant le troisième cycle. Le deuxième cycle est le plus faible en espèce comparativement au premier et au troisième cycle.

Tableau 13 : Liste des espèces de Gastéropodes observées dans les sites étudiés.

Cycle Espèce	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3
Espèce	<i>Gyraulus laevis</i>	<i>Gyraulus laevis</i>	<i>Gyraulus laevis</i>
	<i>Gyraulus crista</i>	<i>Gyraulus crista</i>	<i>Gyraulus crista</i>
	<i>Planorbarius metidjensis</i>	<i>Planorbarius metidjensis</i>	<i>Planorbarius metidjensis</i>
	<i>Bathyomphalus contortus</i>	————	<i>Bathyomphalus contortus</i>
	<i>Lymnaea stagnalis</i>	————	<i>Lymnaea stagnalis</i>
	<i>Stagnicola corvus</i>	————	<i>Stagnicola corvus</i>
	<i>Physa acuta</i>	<i>Physa acuta</i>	<i>Physa acuta</i>
	<i>Bithynia tentaculata</i>	<i>Bithynia tentaculata</i>	<i>Bithynia tentaculata</i>
	————	<i>Galba truncatula</i>	<i>Galba truncatula</i>
	————	————	<i>Lymnaea natalensis</i>
	————	————	<i>Acroloxus lacustris</i>

L'analyse des prélèvements qualitatifs (Tableau 14, 15 et 16), montre que la majorité des sites abrite l'espèce *Gyraulus laevis* puis à un degré moindre l'espèce *Physa acuta*. Un seul site (Mare Lac Bleu) abrite 5 espèces et ce, durant le 3^{ème} cycle (Tableau 16). Les autres sites abritent une à quatre espèces au maximum.

Tableau 14 : Richesse spécifique et distribution des espèces de Gastéropodes dans les sites étudiés pendant le 1^{er} cycle.

	<i>G.lae</i>	<i>G.cri</i>	<i>P.met</i>	<i>P.acu</i>	<i>L.sta</i>	<i>G.tru</i>	<i>L.nat</i>	<i>S.cor</i>	<i>B.ten</i>	<i>B.con</i>	<i>A.lac</i>
Fei1.	+										
Fei2.	+										
Fei3.	+	+									
Fei4.	+										
bouk.	+			+	+						
G1.	+		+								
G2.	+										
G3.	+										
G4.	+		+								
B.E.	+		+	+	+						
B.S.				+	+						
Hri.	+		+	+	+						
Tam.	+										
Car.				+	+						
Iso.											
Fedj.											
M. L.B.									+		
Frê.				+	+				+	+	
Mes.	+		+	+	+						
Sal.											
Rup.			+								
Fri.				+	+			+			
Gér.											
Bét.	+			+	+				+		
Maf.	+	+		+	+						
San.	+										

Tableau 15 : Richesse spécifique et distribution des espèces de Gastéropodes dans les sites étudiés pendant le 2^{ème} cycle

	<i>G.lae</i>	<i>G.cri</i>	<i>P.met</i>	<i>P.acu</i>	<i>L.sta</i>	<i>G.tru</i>	<i>L.nat</i>	<i>S.cor</i>	<i>B.ten</i>	<i>B.con</i>	<i>A.lac</i>
Fei1.	+										
Fei2.	+										
Fei3.	+		+								
Fei4.	+										
bouk.	+	+		+							
G1.											
G2.											
G3.											
G4.											
B.E.	+		+	+							
B.S.			+	+		+					
Hri.	+		+	+							
Tam.											
Car.				+							
Iso.	+		+								
Fedj.											
M. L.B.											
Frê.	+										
Mes.	+		+	+							
Sal.											
Rup.											
Fri.			+								
Gér.	+		+								
Bét.	+		+	+					+		
Maf.		+		+							
San.		+									

Tableau 16: Richesse spécifique et distribution des espèces de Gastéropodes dans les sites étudiés pendant le 3^{ème} cycle

	<i>G.lae</i>	<i>G.cri</i>	<i>P.met</i>	<i>P.acu</i>	<i>L.sta</i>	<i>G.tru</i>	<i>L.nat</i>	<i>S.cor</i>	<i>B.ten</i>	<i>B.con</i>	<i>A.lac</i>
Fei1.	+		+							+	
Fei2.	+										
Fei3.	+										
Fei4.	+										
bouk.	+			+						+	
G1.	+										
G2.	+										
G3.	+		+	+							
G4.	+			+							
B.E.	+	+	+	+							
B.S.	+		+	+							
Hri.	+		+	+							
Tam.	+			+					+		
Car.				+							
Iso.	+			+							
Fedj.											
M. L.B.	+			+	+		+	+			
Frê.	+			+		+					
Mes.	+	+		+							+
Sal.	+										
Rup.	+										
Fri.	+		+	+							
Gér.	+										
Bét.	+		+	+					+		
Maf.	+	+		+							
San.	+	+	+								

4. 3. 3. 2. Abondance des espèces de Gastéropodes

L'observation des récoltes par site montre que la mare Mafragh enregistre l'abondance la plus élevée avec 1472 individus, ensuite B. Ecole avec 1349 individus puis Butomes avec 1057 individus sur l'ensemble de 8046 individus récoltés. Le minimum d'individus est observé dans la mare Salines dont le nombre total des individus est égale à 1 (Figure 63).

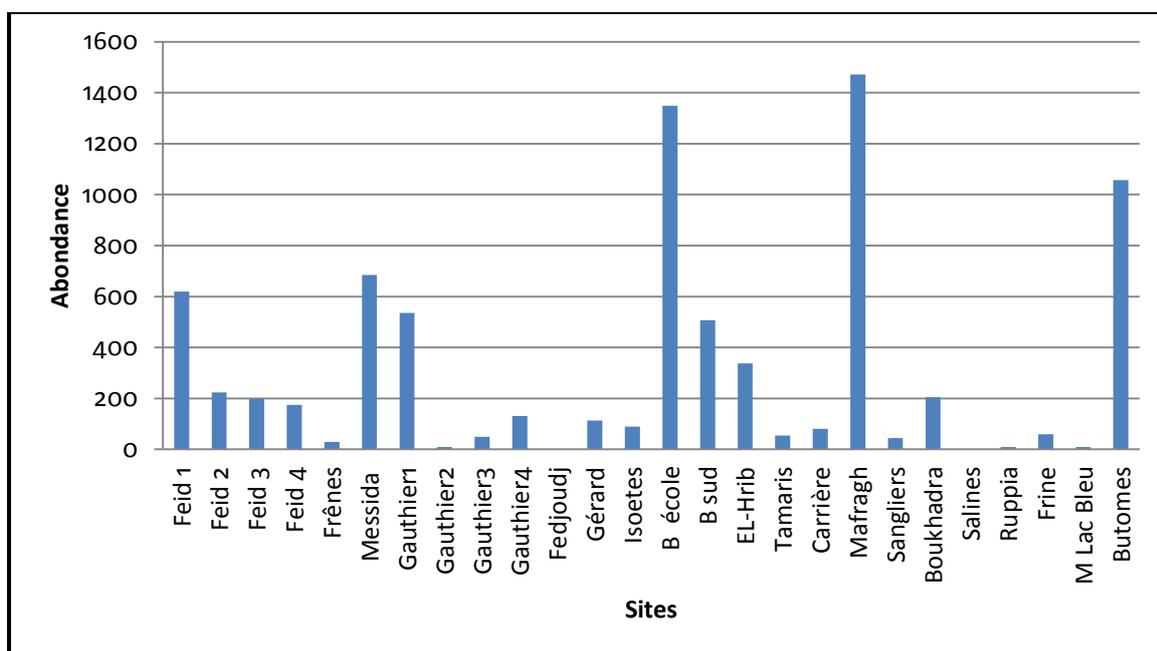


Figure 63. Abondance des espèces de Gastéropodes inventoriées pendant les trois cycles.

Les valeurs de l'abondance des espèces de Gastéropodes par cycle pour chaque site d'étude

illustrées dans la figure 64, montre que Gauthier 1 est le site le plus abondant durant le premier cycle avec 516 individus suivi de la Mafragh pendant le 2^{ème} cycle avec 908 individus et enfin B. Ecole durant le 3^{ème} cycle avec 517 individus.

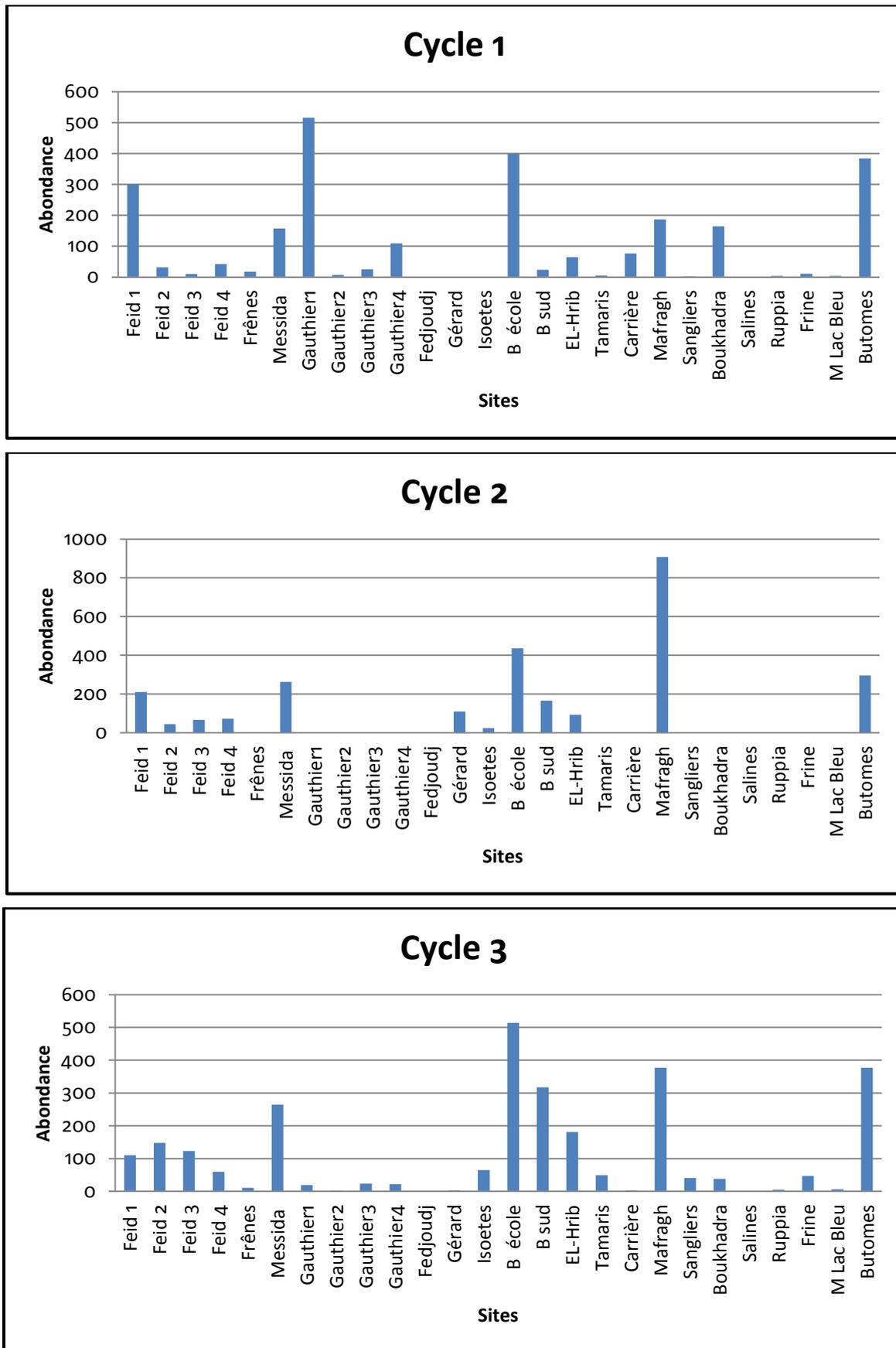


Figure 64. Abondance des espèces de Gastéropodes inventoriées par cycle.

Selon le pourcentage de l'abondance des espèces de Gastéropodes par cycle pour l'ensemble des 26 sites (Figure 65), nous constatons que le troisième cycle représente le pourcentage le plus élevé (35%) avec 2808 individus, vient ensuite le deuxième cycle (33%) avec 2698 individus et finalement le premier cycle (32%) avec 2540 individus (Figure 65).

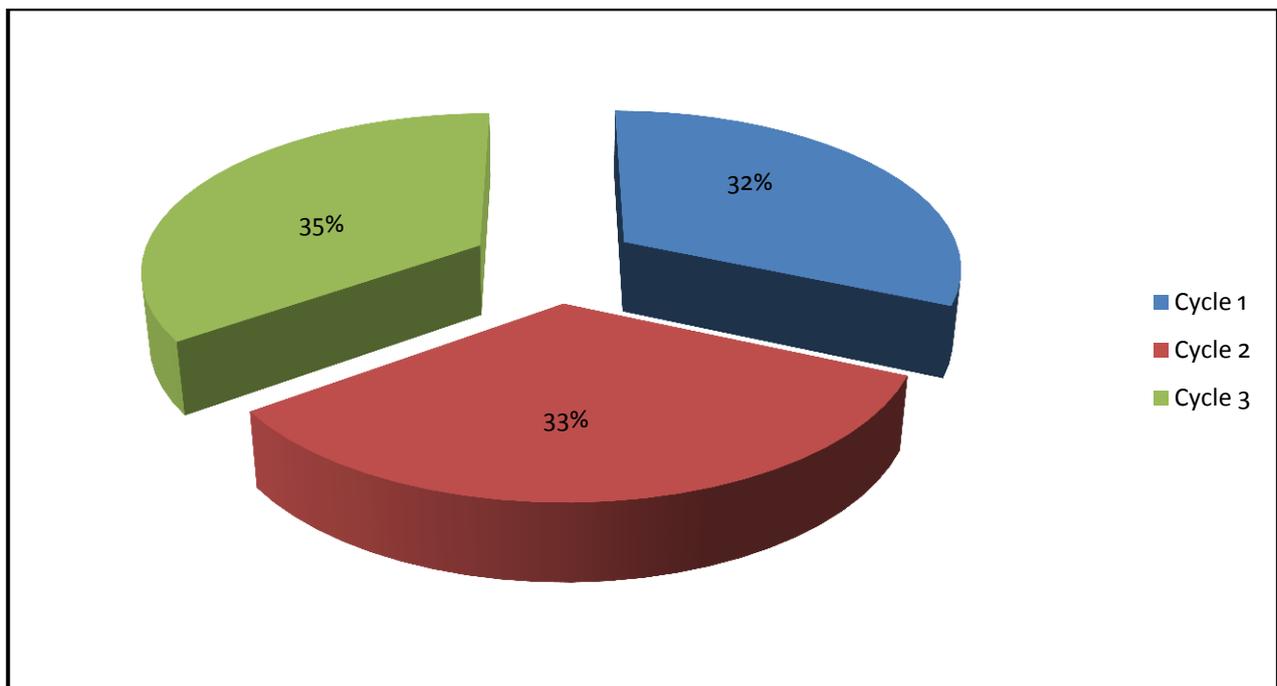


Figure 65. Abondance des espèces de Gastéropodes inventoriées dans les sites étudiés pendant chaque cycle.

4. 3. 3. 3. Evolution mensuelle de l'abondance des espèces inventoriées

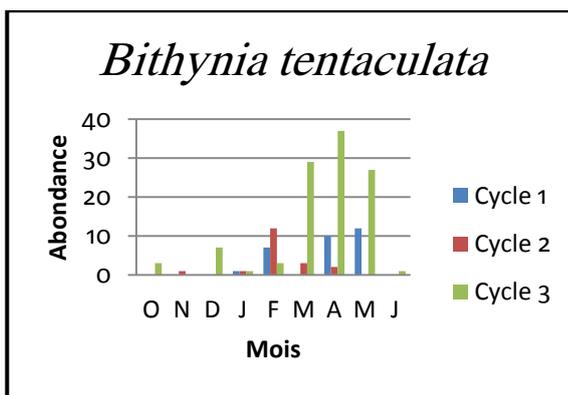
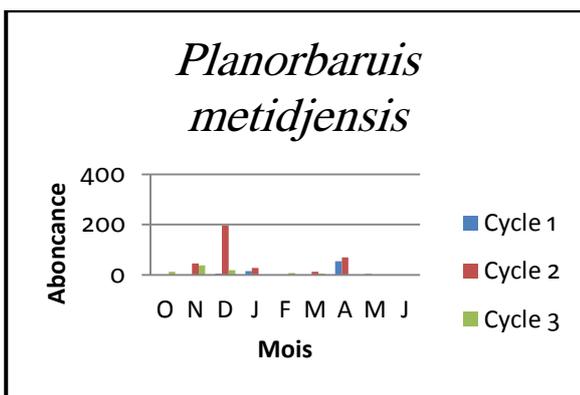
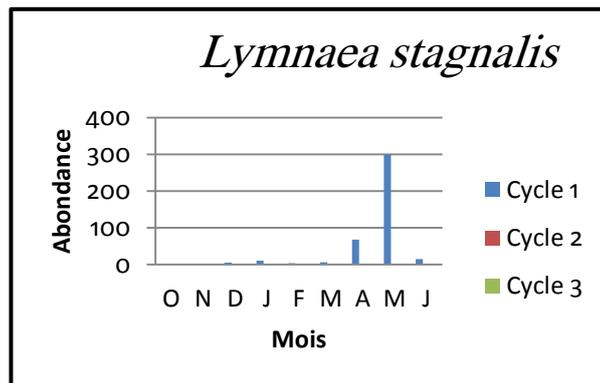
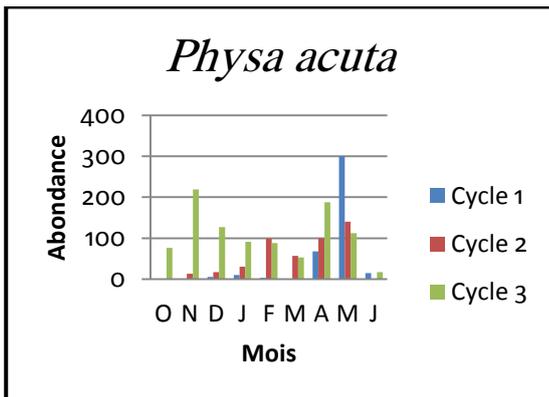
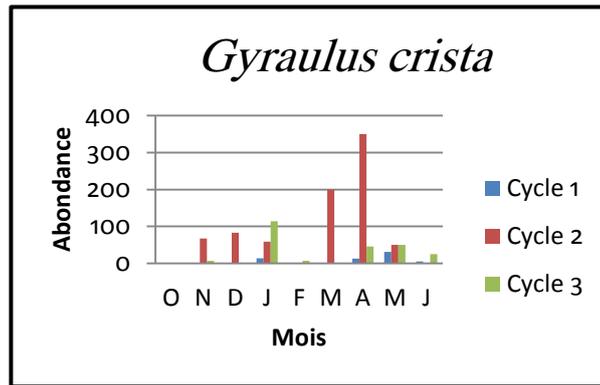
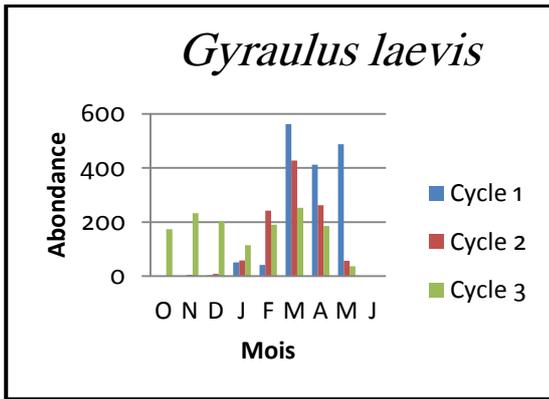
L'évolution mensuelle de l'abondance des espèces récoltées montre des variations temporelles d'une espèce à une autre (Figure 66)

L'espèce *Gyraulus laevis* est la plus abondante dans la région de la Numidie Orientale avec une abondance maximale de 562 individus récoltés pendant le mois de Mars du premier cycle hydrologique. Nous remarquons que cette espèce est également présente pendant tous les cycles.

Gyraulus laevis est suivie par *Gyraulus crista* dont l'abondance maximale est de 350 individus observés au mois d'Avril du deuxième cycle, suivie par *Physa acuta* et *Lymnaea stagnalis* dont l'abondance maximale de 300 individus enregistrée pour les deux espèces pendant le mois de Mai du premier cycle et *Planorbis metidjensis* avec 196 individus pendant le mois de Décembre du deuxième cycle.

Les espèces les moins abondantes sont *Bithynia tentaculata* (37 individus) pendant le mois d'Avril du troisième cycle, suivie par *Bathyomphalus contortus* (2 individus) pendant le mois de Mars du premier cycle.

Enfin, les espèces *Galba truncatula* pendant le mois de Mars du deuxième cycle et le mois de Janvier du troisième cycle, *Lymnaea natalensis* pendant le mois de Février du troisième cycle, *Stagnicola corvus* pendant le mois de Janvier et Février du troisième cycle et le mois d'Avril du premier cycle et *Acroloxus lacustris* pendant le mois de Décembre du troisième cycle montrent chacune une abondance de l'ordre de 1.



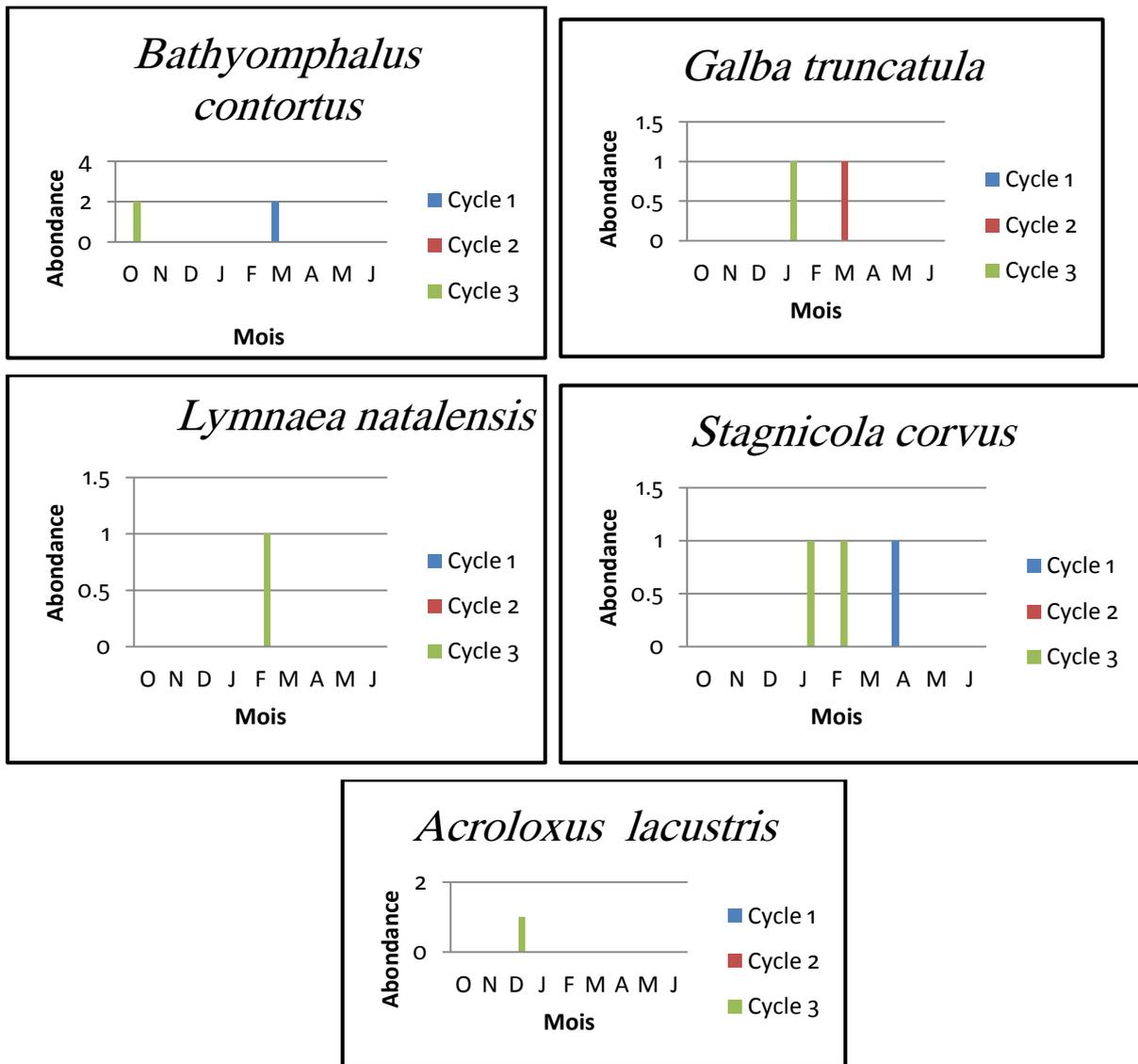


Figure 66. Evolution mensuelle de l'abondance des espèces de Gastéropodes inventoriées pendant les 3 cycles.

L'évolution mensuelle de l'abondance totale par cycle (Figure 67) révèle que l'abondance des espèces de Gastéropodes est plus élevée pendant le mois de Mai pour le 1^{er} cycle, le mois d'Avril pour le 2^{ème} cycle et le mois de Novembre pour le 3^{ème} cycle. Selon la figure 67, la densité augmente durant les mois de printemps (Mars, Avril et Mai) et baisse durant l'hiver (Janvier et Février).

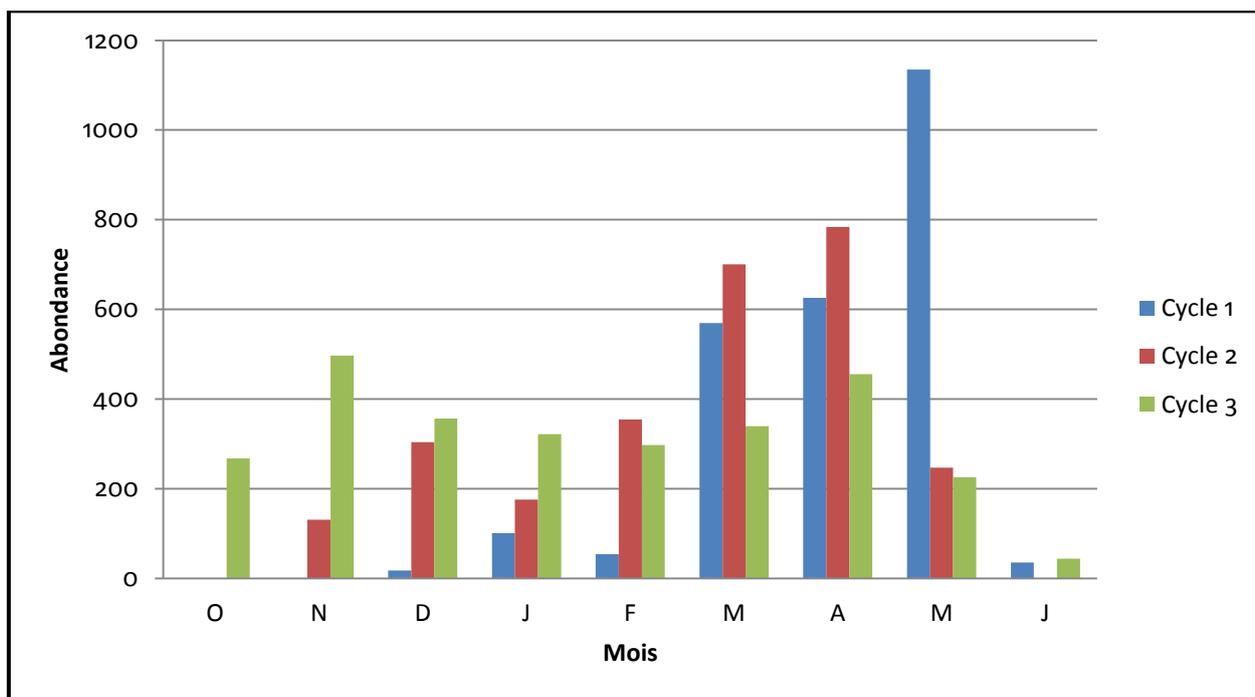


Figure 67. Evolution mensuelle de l'abondance des espèces de Gastéropodes inventoriées pendant les 3 cycles.

4.3.4. Répartition des espèces de Gastéropodes

4.3.4.1. Répartition temporelle

Cycle 1 : les résultats obtenus montrent que les deux espèces *Gyraulus laevis* et *Lymnaea stagnalis* sont présentes pendant tout le cycle. Par contre les espèces *Galba truncatula*, *Lymnaea natalensis*, *Acroloxus lacustris* sont absentes pendant tout le cycle.

Les espèces qui apparaissent une seule fois pendant le premier cycle sont *Bathyomphalus contortus* au mois de Mars et *Stagnicola corvus* au mois d'Avril.

Les espèces *Gyraulus crista* et *Planorbarius metidjensis* ont disparu au mois de Février et Mars. Quant aux deux espèces *Bithynia tentaculata* et *Physa acuta*, elles ont disparu uniquement au mois de Mars (Tableau 17).

Tableau 17 : Phénologie des espèces de Gastéropodes inventoriées au cours du 1^{er} cycle.

Espèce	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui
<i>Gyraulus laevis</i>	—————						
<i>Gyraulus crista</i>		———				—————	
<i>Planorbarius metidjensis</i>	—————					—————	
<i>Bathyomphalus contortus</i>				———			
<i>Lymnaea stagnalis</i>	—————						
<i>Galba truncatula</i>							
<i>Lymnaea natalensis</i>	—————						
<i>Stagnicola corvus</i>						———	
<i>Physa acuta</i>	—————					—————	
<i>Bithynia tentaculata</i>		—————				—————	
<i>Acroloxus lacustris</i>	—————						

Cycle 2 : les résultats révèlent que les espèces *Bathyomphalus contortus*, *Lymnaea stagnalis*, *Lymnaea natalensis*, *Stagnicola corvus* et *Acroloxus lacustris* sont absentes pendant toute la période d'étude. Par contre les espèces *Gyraulus laevis*, *Gyraulus crista* et *Physa acuta* sont présentes pendant tout le cycle.

L'espèce *Galba truncatula* n'est signalée présente qu'une seule fois durant le mois de Mars. *Bithynia tentaculata* a disparu au mois de Décembre et au mois de Mai (Tableau 18).

Tableau 18: Phénologie des espèces de Gastéropodes inventoriées au cours du 2^{ème} cycle.

Espèce	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai
<i>Gyraulus laevis</i>	—————						
<i>Gyraulus crista</i>	—————						
<i>Planorbarius metidjensis</i>	—————						
<i>Bathyomphalus contortus</i>							
<i>Lymnaea stagnalis</i>							
<i>Galba truncatula</i>	—————						
<i>Lymnaea natalensis</i>							
<i>Stagnicola corvus</i>							
<i>Physa acuta</i>	—————						
<i>Bithynia tentaculata</i>	———		———				
<i>Acroloxus lacustris</i>							

Cycle 3 : Le tableau 19 montre la répartition temporelle des espèces de Gastéropodes au cours du troisième cycle d'étude. On note que les espèces *Gyraulus laevis* et *Physa acuta* sont présentes durant tout le cycle.

L'espèce *Bathyomphalus contortus* apparait au mois d'Octobre, *Galba truncatula* et *Lymnaea natalensis* apparaissent respectivement au mois de Janvier et Février, *Stagnicola corvus* au mois de Janvier et Février.

Tableau 19: Phénologie des espèces de Gastéropodes inventoriées au cours du 3^{ème} cycle.

Espèce	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui
<i>Gyraulus laevis</i>	—————								
<i>Gyraulus crista</i>		———		———			———		
<i>Planorbarius metidjensis</i>	—————					—————			
<i>Bathyomphalus contortus</i>	———								
<i>Lymnaea stagnalis</i>					———				
<i>Galba truncatula</i>				———					
<i>Lymnaea natalensis</i>					———				
<i>Stagnicola corvus</i>				—————					
<i>Physa acuta</i>	—————								
<i>Bithynia tentaculata</i>	———		—————						
<i>Acroloxus lacustris</i>			———						

La phénologie des espèces inventoriées à partir des trois tableaux 17,18 et 19, montre que *Gyraulus laevis*, *Gyraulus crista*, *Lymnaea stagnalis* et *Physa acuta* sont présentes tout au long de la période d'étude.

Lymnaea natalensis (Février) et *Acroloxus lacustris* (Décembre) apparaissent toute les deux une seule fois pendant toute la période d'étude (un seul mois).

4. 3. 4. 2. Répartition spatiale

La répartition spatiale a été réalisée à partir des trois cycles. L'espèce *Gyraulus laevis* est largement répandue, elle est récoltée dans 24 sites parmi 26 sites échantillonnés, suivie de *Physa acuta* et *Planorbarius metidjensis* récoltées chacune dans 15 sites. L'espèce *Lymnaea stagnalis* est récoltée dans 11 sites puis *Gyraulus crista* observée dans 6 sites et *Bithynia tentaculata* trouvée dans 4 sites suivie de *Bathyomphalus contortus* trouvée dans 3 sites.

Les deux espèces *Galba truncatula* et *Stagnicola corvus* sont récoltées dans deux sites chacune, alors que les deux espèces *Lymnaea natalensis* et *Acroloxus lacustris* ne sont récoltées que dans un seul site chacune (Figure 68-73).

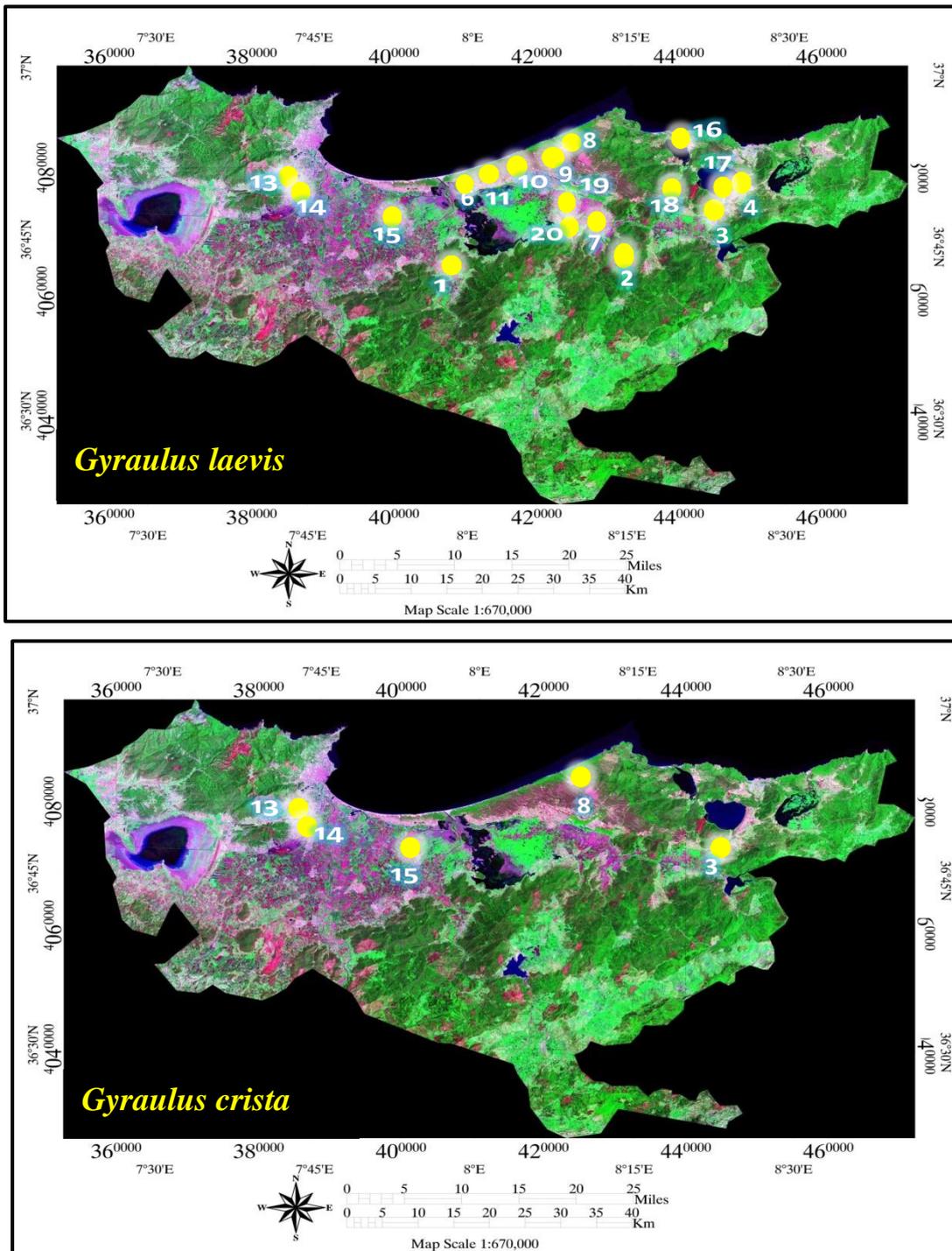


Figure 68. Répartition spatiale des espèces de *Gyraulus laevis* et *Gyraulus crista* dans les sites étudiés.

- 1 : Feid 1, 2,3 et 4 ; 2 : Frênes ; 3 : Messida ; 4 : Gauthier 1, 2, 3 et 4 ;
- 6 : Gérard ; 7 : Isoetes ; 8 : Berrihane-Ecole ; 9 : Berrihane-Sud ; 10 : Hrib ;
- 11 : Tamaris ; 12 : Carrière ; 13 : Mafragh ; 14 : Boukhadra ; 15 : Sangliers ;
- 16 : Salines ; 17 : Ruppia ; 18 : Frine ; 19 : Mare Lac Bleu ; 20 : Butomes.

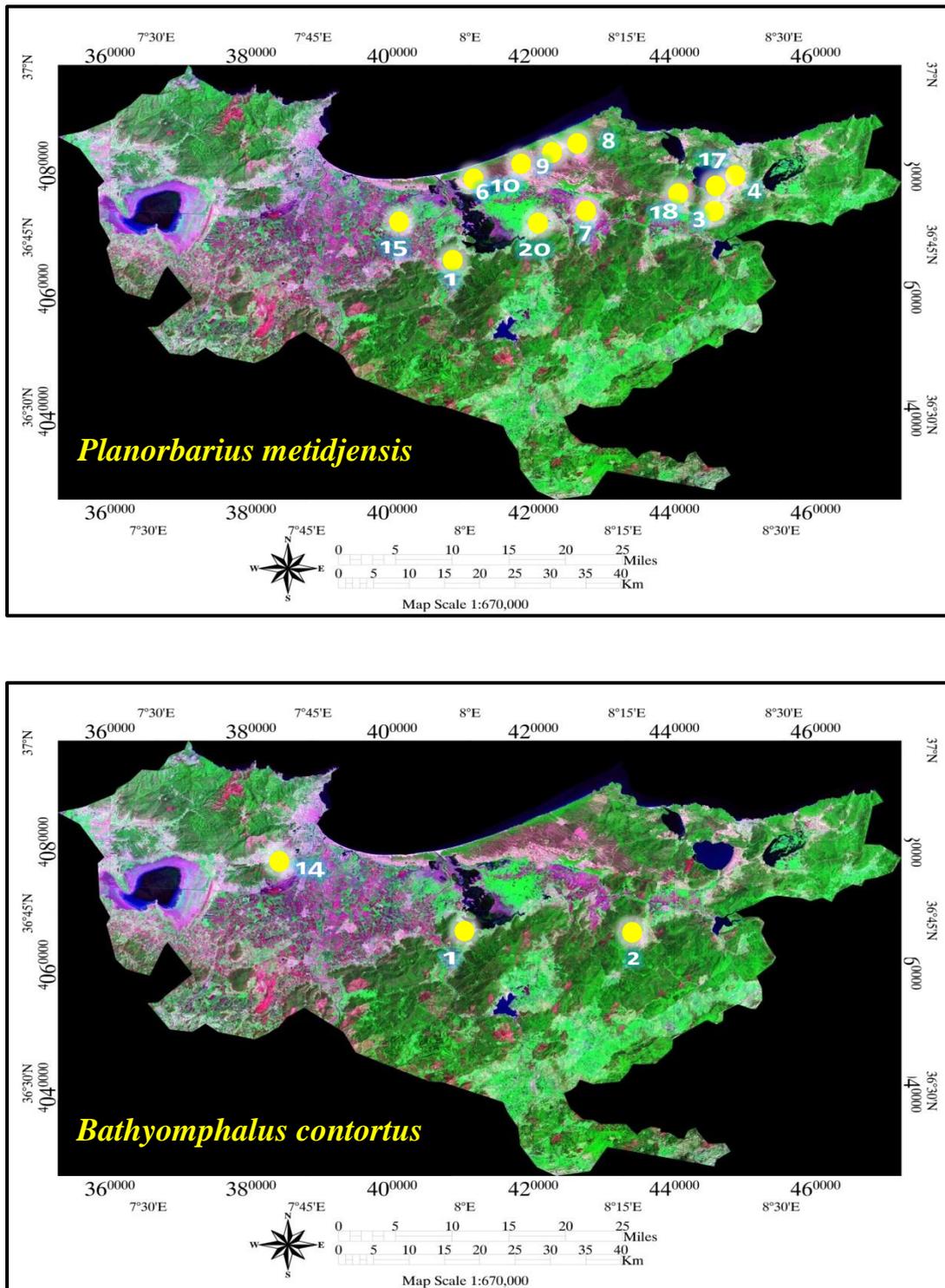


Figure 69. Répartition spatiale des espèces de *Planorbarius metidjensis* et *Bathyomphalus contortus* dans les sites étudiés.

- 1 : Feid 1, 3 ; 2 : Frênes ; 3 : Messida ; 4 : Gauthier 1, 2, 3 et 4 ; 6 : Gérard ;
 7 : Isoetes ; 8 : Berrihane-Ecole ; 9 : Berrihane-Sud ; 10 : Hrib ; 14 : Boukhadra ;
 15 : Sangliers ; 17 : Ruppia ; 18 : Frine ; 20 : Butomes.

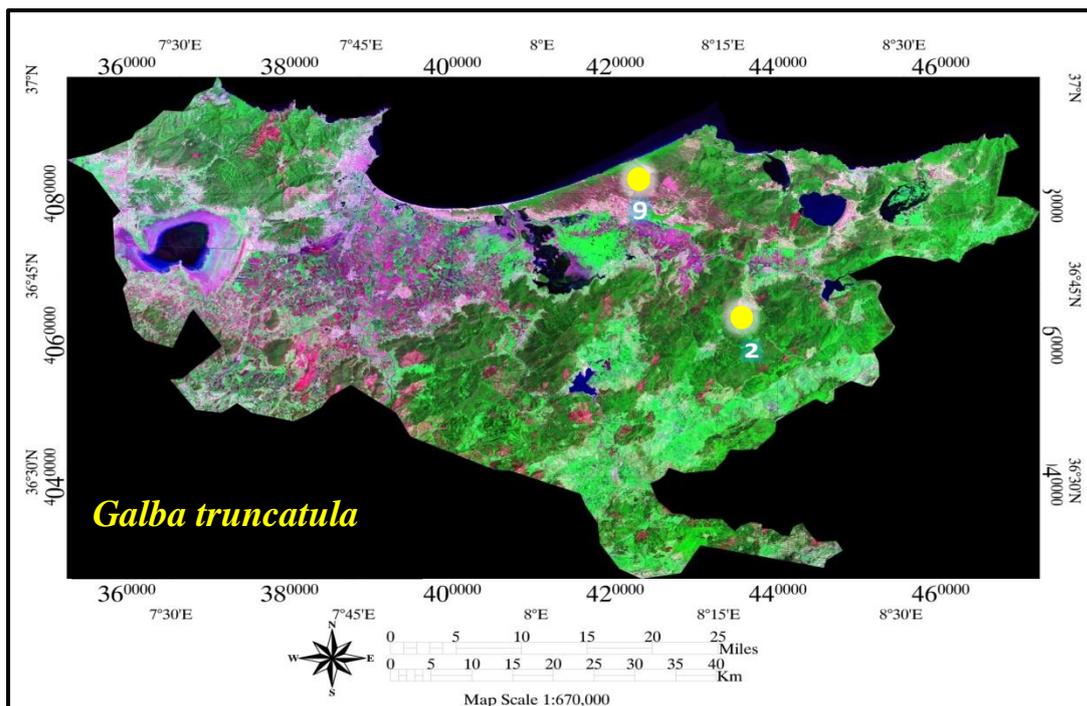
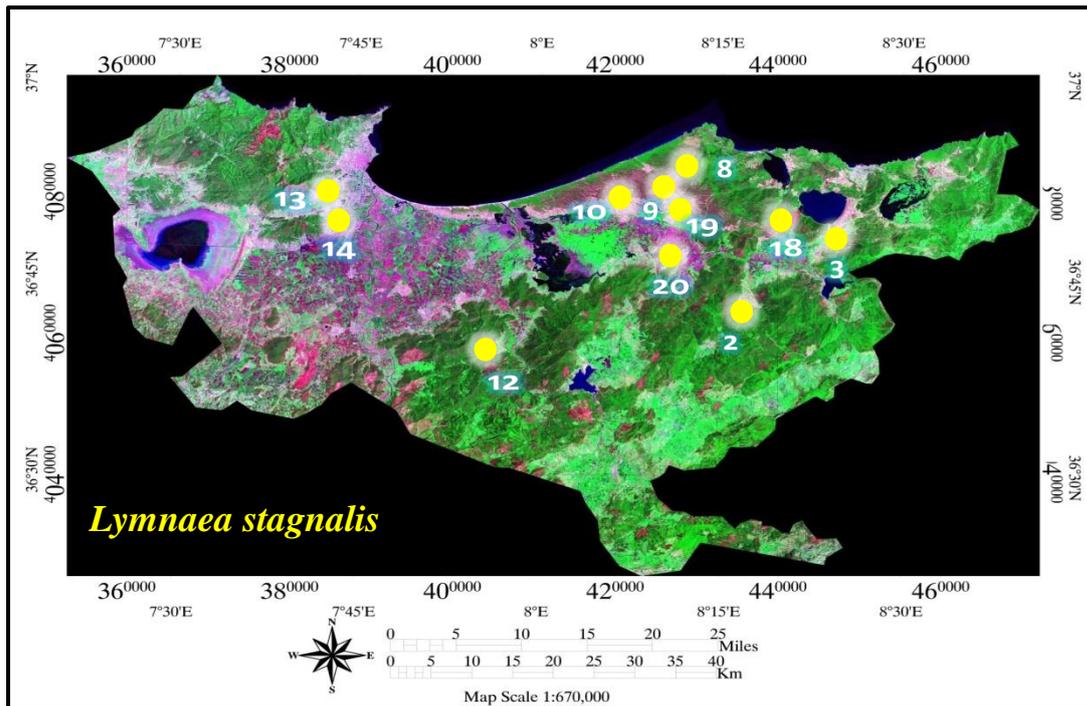


Figure 70. Répartition spatiale des espèces de *Lymnaea stagnalis* et *Galba truncatula* dans les sites étudiés.

2. Frênes, 3. Messida, 8. Berrihane-Ecole, 9. Berrihane-Sud, 10. Hrib, 12. Carrière, 13. Mafragh, 14. Boukhadra, 18. Frine, 19. Mare Lac Bleu, 20. Butomes

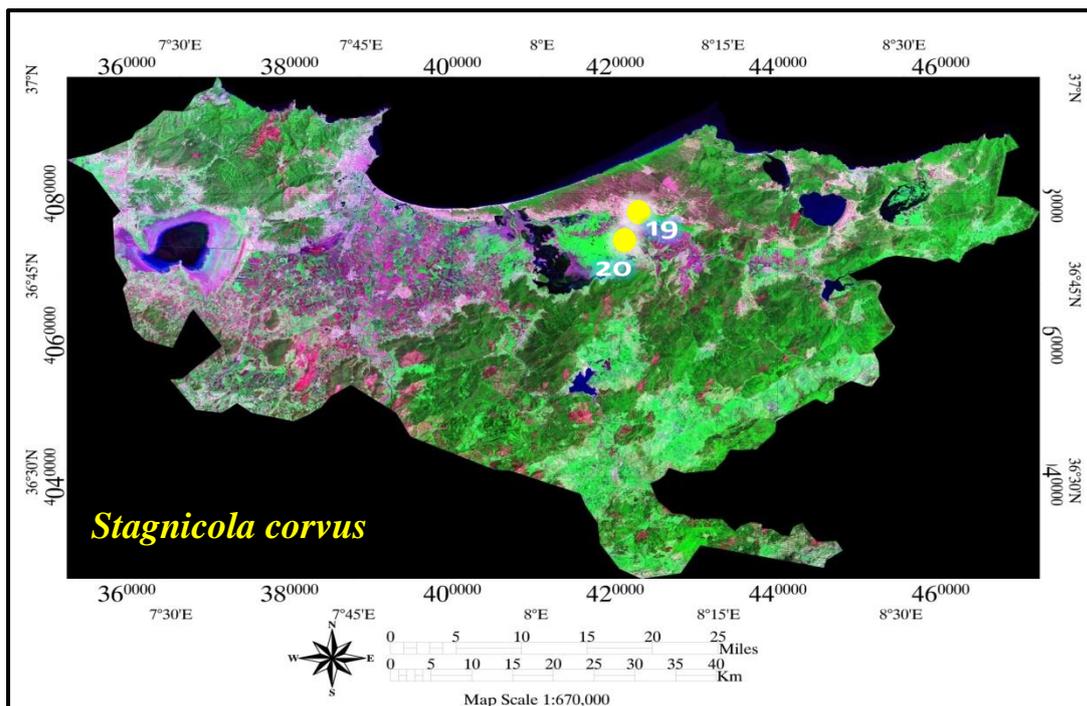
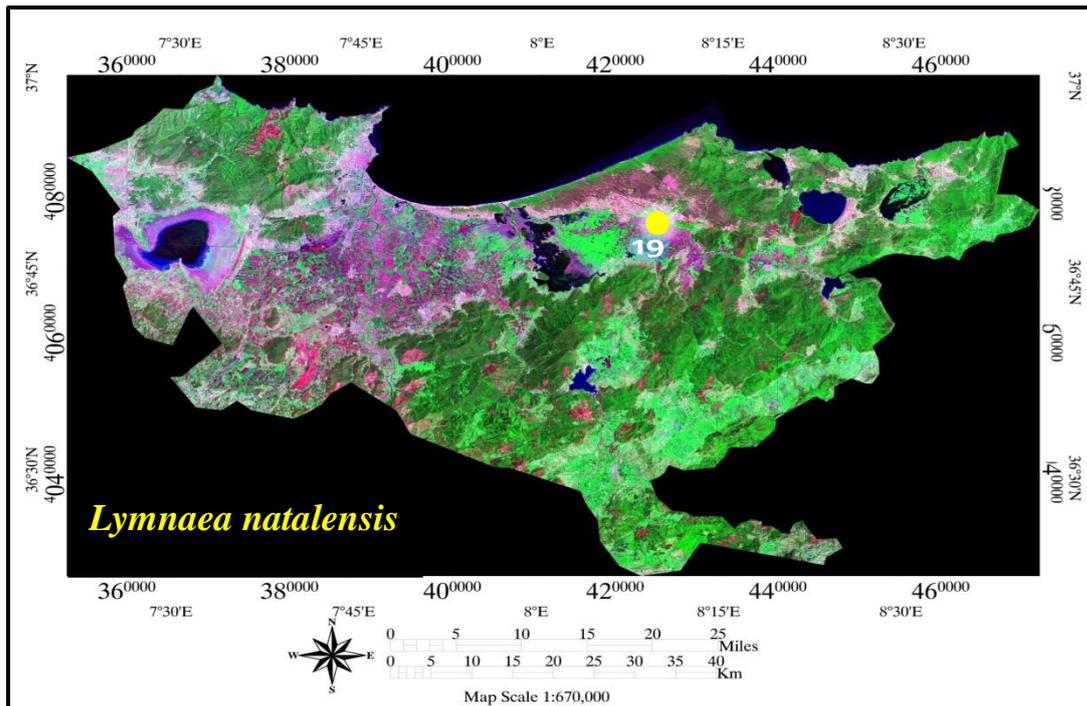


Figure 71. Répartition spatiale des espèces de *Lymnaea natalensis* et *Stagnicola corvus* dans les sites étudiés.

19 : Mare Lac Bleu ; 20 : Butomes.

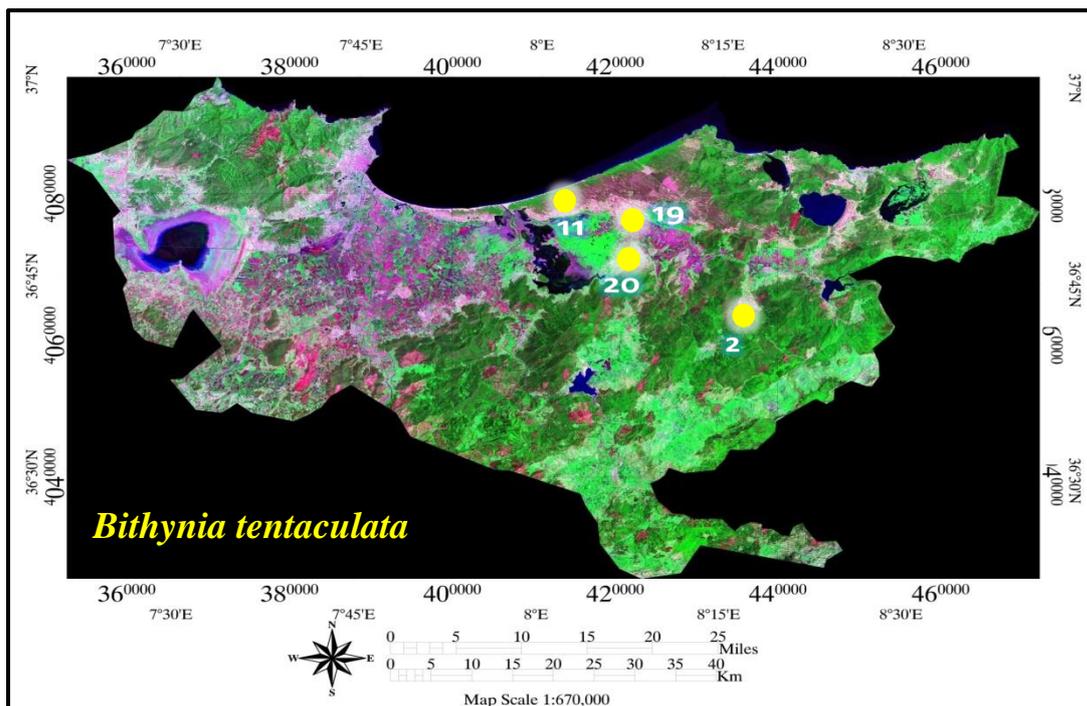
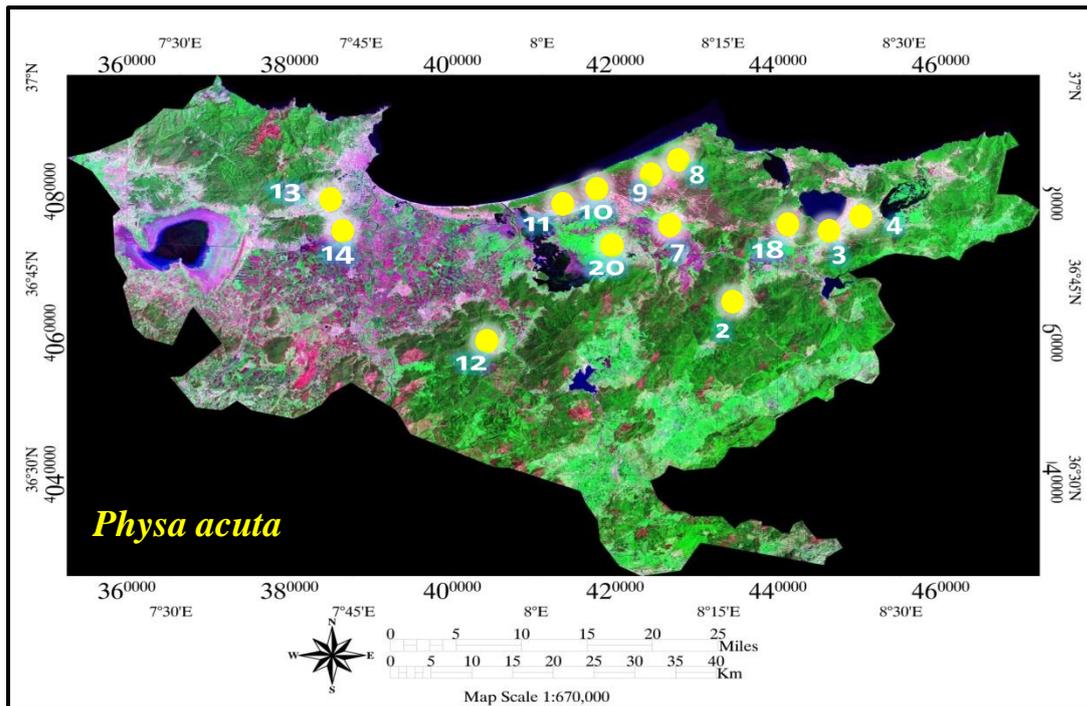


Figure 72. Répartition spatiale des espèces de *Physa acuta* et *Bithynia tentaculata* dans les sites étudiés.

2 : Frênes ; 3 : Messida ; 4 : Gauthier 4, 6 ; Gérard, 7 : Isoetes ; 8 : Berrihane-Ecole ; 9 : Berrihane-Sud ; 10 : Hrib ; 11 : Tamaris ; 12 : Carrière ; 13 : Mafragh ; 14 : Boukhadra ; 18 : Frine ; 19 : Mare Lac Bleu ; 20 : Butomes.

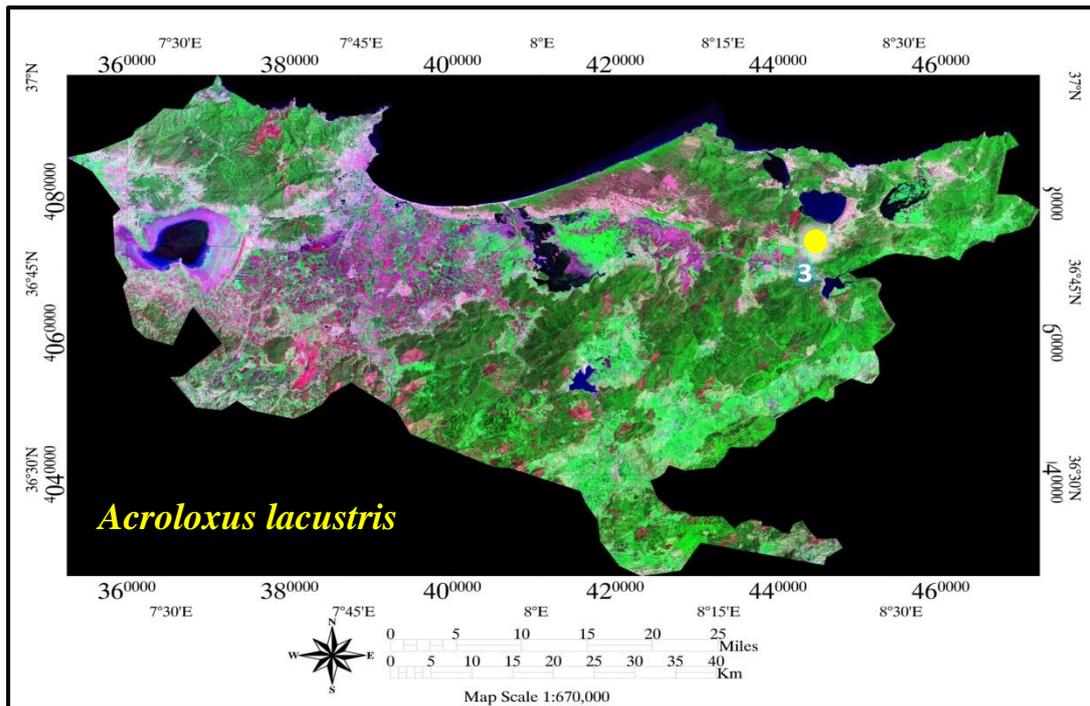


Figure 73. Répartition spatiale des espèces d'*Acroloxus lacustris* dans les sites étudiés.

3 : Messida

4. 3. 5. Traitement des données par l'A.F.C.

Pour comprendre la répartition spatiale des espèces de Gastéropodes au sein des mares temporaires de la Numidie, nous avons procédé à la réalisation de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C.) qui a été réalisée par le logiciel ADE-4 (Chessel et Doledec, 1992).

Dans cette analyse nous avons retenus 3 axes, qui contribuent respectivement à 30,55 %, 19,34 % et 15,57 % de l'inertie totale.

Les figures 74, 75 et 76 représentent la projection des sites et des espèces dans les plans factoriels (1x2), (1x3) et (2x3) respectivement.

Plan 1X2

Désigne les deux premiers axes factoriels (1X2) (Figure 74).

-Ce plan sépare les sites riches les moins abondants : Frênes et mare Lac Bleu qui abritent successivement *Bathyomphalus contortus*, *Galba truncatula* et *Stagnicola corvus*. Ces espèces sont très peu fréquentes. De peuplement riche dans lesquels, ils sont peu présentées et rares.

-Les autres sites sont riches et abondants : Butomes, Mafragh, Messida et B. Ecole habités par *Gyraulus laevis*, *Gyraulus crista*, *Planorbarius metidjensis*, *Lymnaea stagnalis* et *Physa acuta*. Il s'agit d'espèces très fréquentes (*Gyraulus crista*), fréquente (*Gyraulus laevis*, *Physa acuta*) et peu fréquente (*Planorbarius metidjensis* et *Lymnaea stagnalis*) dans un peuplement riche et abondant.

Plan 1X3

Désigne l'axe 1X3 (Figure 75)

Il sépare les sites turbides, riche en matières organiques (Frênes) du reste des sites. Ce site est colonisé par deux espèces : *Bathyomphalus contortus* et *Galba truncatula* très peu fréquentes.

Plan 2X3

Désigne l'axe 2X3 (Figure 76)

Il sépare les sites à substrat sablonneux telles que Mafragh et mare Lac Bleu habités par les espèces *Gyraulus crista* et *Stagnicola corvus* des autres sites à substrat lourd : Butomes (alluvions) colonisé par *Gyraulus laevis* et *Bithynia tentaculata* ; les Frênes (argile-limoneux) habité par *Bathyomphalus contortus* et *Galba truncatula*.

- Sur la base de L'A. F. C. un groupement des sites ayant une richesse spécifique identique a été réalisé. Ainsi, deux groupes ont été créés selon l'abondance totale de ces sites et la fréquence d'occurrences des espèces existant :

-le premier groupe : *Bathyomphalus contortus*, *Galba truncatula* et *Stagnicola corvus* ; espèces très peu fréquentes (ou rares) d'un peuplement riche et abondance faible.

-le deuxième groupe : *Gyraulus crista*, *Physa acuta*, *Planorbarius metidjensis*, *Lymnaea stagnalis* et *Gyraulus laevis* espèces très fréquentes, fréquentes ou peu fréquentes de peuplement riche et abondant.

- Les deux espèces *Bathyomphalus contortus*, *Galba truncatula* préfèrent les milieux riches en matières organiques, alors que les espèces *Gyraulus crista* et *Stagnicola corvus* préfèrent les substrats sableux.

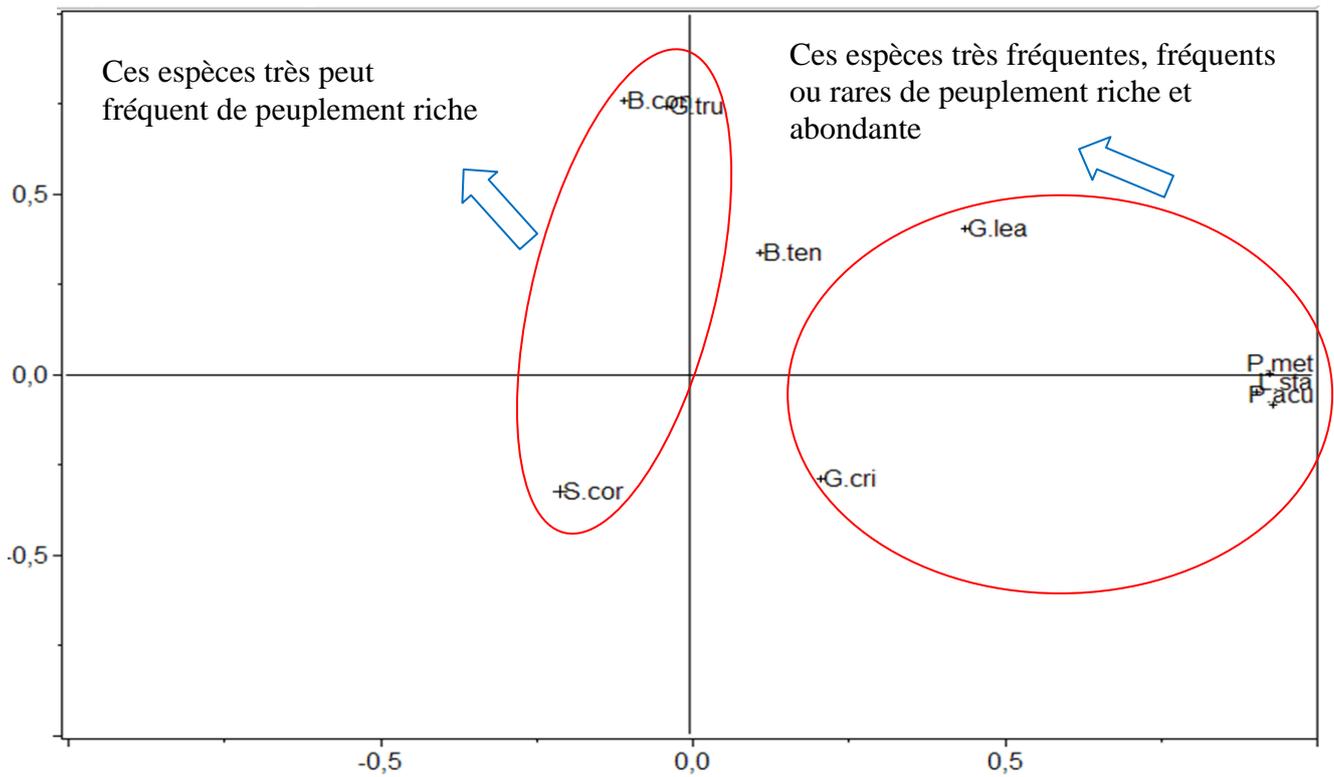
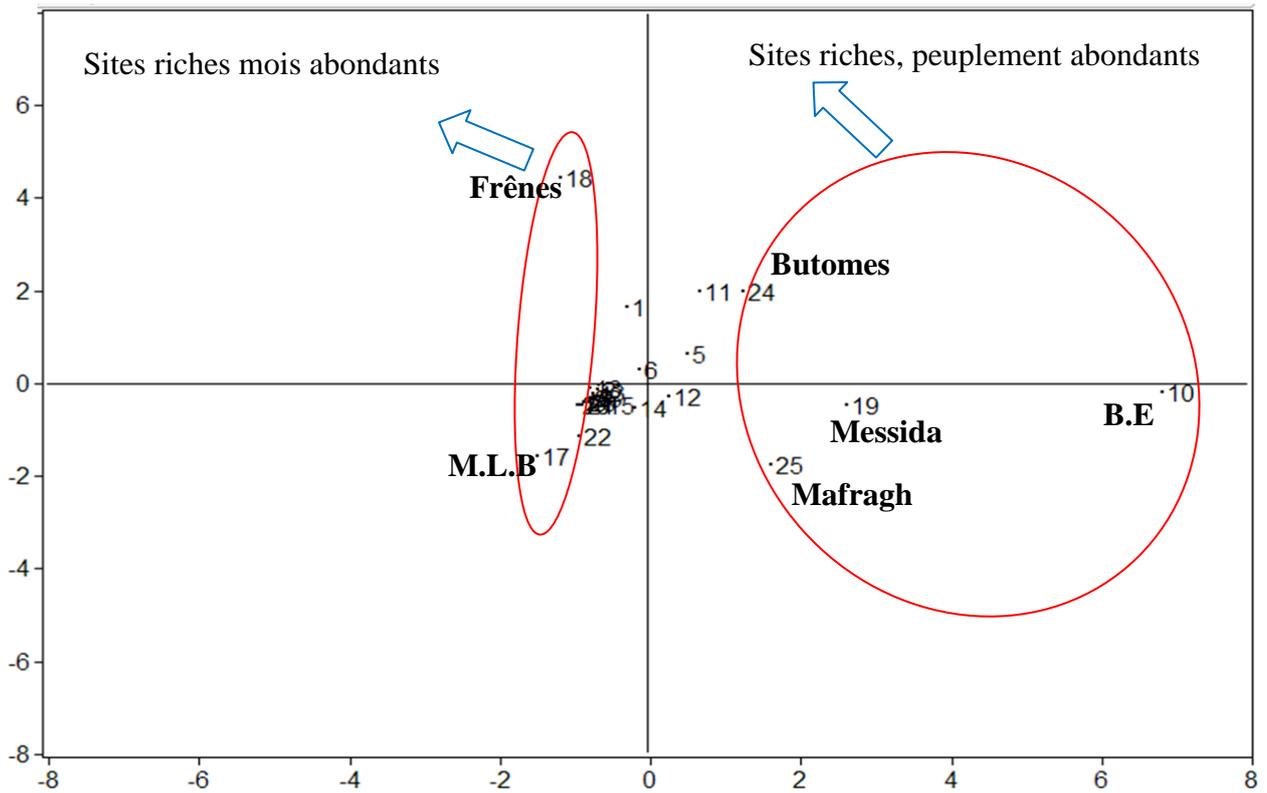


Figure 74. Analyse Factorielle des Correspondance. Plan 1x2. 26 sites x 11 espèces.
 N. B. Tableau (5, Annexe) : Liste des codes des mares et des espèces.

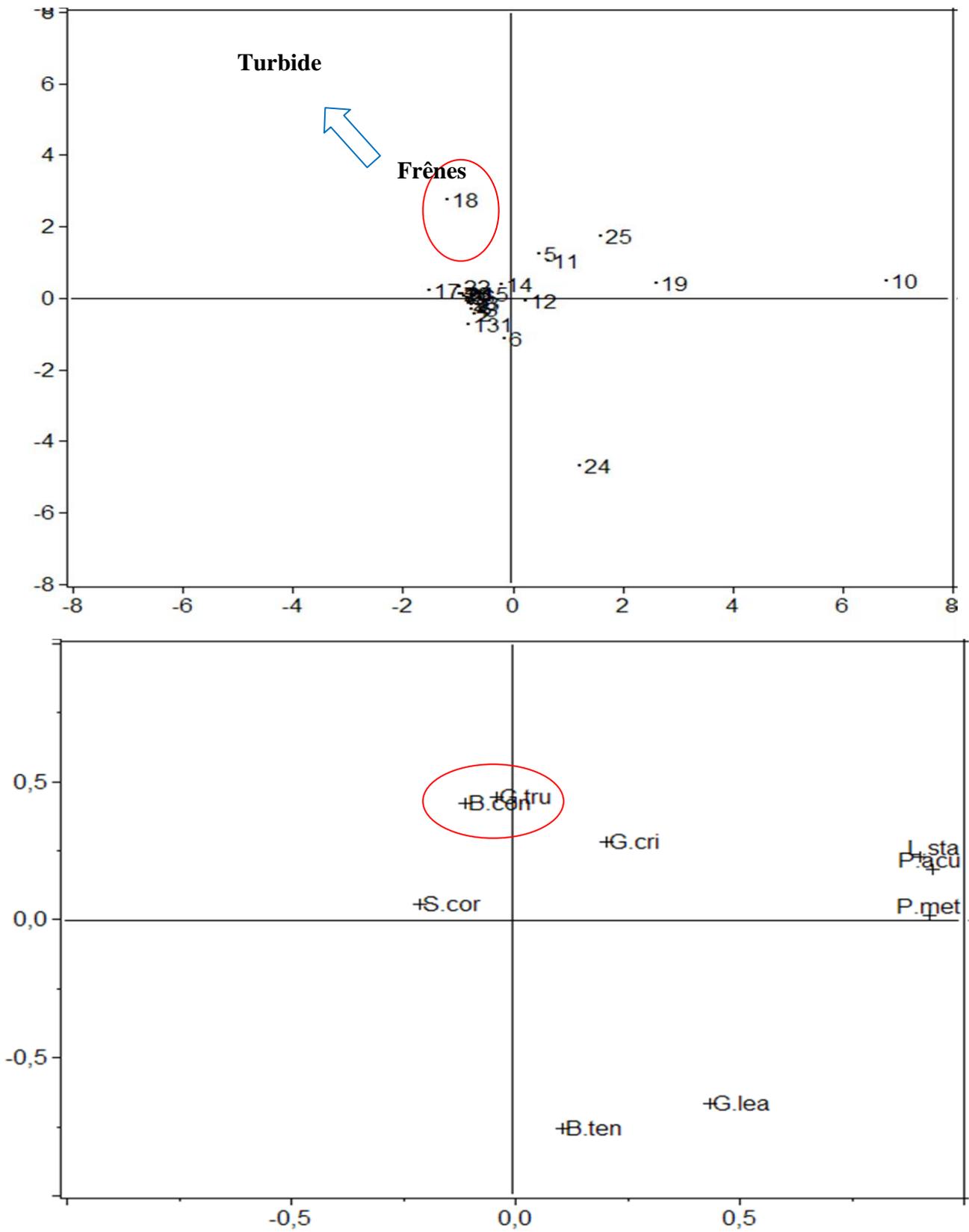


Figure 75. Analyse Factorielle des Correspondance. Plan 1x3. 26 sites x 11 espèces.
 N. B. Tableau (5, Annexe) : Liste des codes des mares et des espèces.

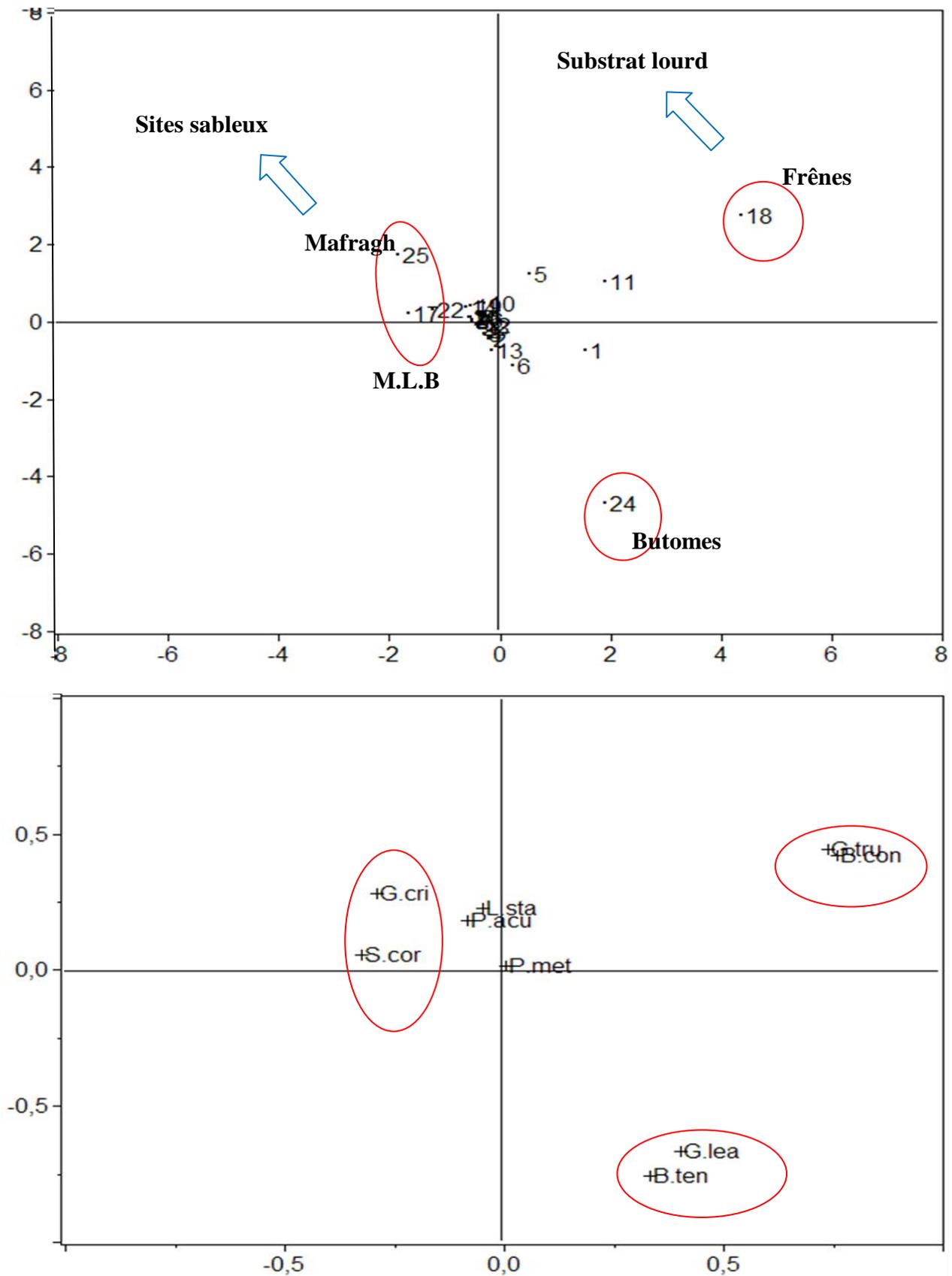


Figure 76. Analyse Factorielle des Correspondance. Plan 2x3. 26 sites x 11 espèces.
 N. B. Tableau (5, Annexe) : Liste des codes des mares et des espèces.

Discussion

L'analyse de la composition du peuplement des Gastéropodes révèle l'existence de 11 espèces appartenant à 5 familles. Cette importante richesse spécifique est probablement due à la diversité des habitats aquatiques (salinité, substrat) et traduit l'importance de ces sites (mares temporaires) comme écosystème aquatique à productivité biotique élevée.

À partir de notre étude, nous remarquons que l'espèce *Gyraulus laevis* est la plus abondante et la plus fréquemment récoltée. Elle se rencontre dans les eaux douces et saumâtres, turbides et non turbides dans tous les types de substrats, et est signalée tout au long de la période d'étude. C'est l'espèce la plus commune et la plus répandue et résiste aux variations de la température.

Les études antérieures confirment nos résultats et révèlent que ce Gastéropode habite dans un large éventail de milieux aquatiques permanents avec des eaux mésorophes et eutrophes riches en hydrophytes (Falkner, *et al.* 2001b in Cucherat, 2003). Cette espèce est encore largement répandue mais subit un déclin, et est potentiellement menacée (Wells et Chatfield, 1992 in Cucherat, 2003). D'après Ramdani *et al.* (1987), *Gyraulus laevis* se développe dans les eaux stagnantes ou à faible courant. Elle a été observée au Maroc (Ramdani *et al.*, 1987 ; Melhaoui et Boudot, 2009).

Physa acuta occupe la 2^{ème} position après *Gyraulus laevis* ; elle enregistre une abondance très élevée avec un nombre d'occurrences également élevé. Elle résiste aux variations de la température du fait de son existence pendant toute la période de l'étude. C'est une espèce répandue et fréquente. Ces résultats s'accordent avec ceux de Mouthon, (1980) qui a trouvé que le genre *Physa* est capable de vivre dans des eaux thermales dont la température oscille entre 30 et 46°C, résiste également à des températures basses et peut s'adapter à une salinité des eaux très élevée. Selon Ramdani *et al.* (1987), *Physa acuta* est signalée la plus fréquente et la plus ubiquiste dans la région étudiée et peut supporter des conditions environnementales variées, notamment défavorables.

Dans cette étude, cette espèce colonise les mares temporaires à eaux douces et poly-saumâtres, turbides ou non turbides et à des différents substrats. Cette espèce a été signalée aussi dans les Oueds (Ramdani *et al.*, 1987) et les étangs (Costil-Fleur, 1992). Elle habite toutes les formations aquatiques continentales (rivières, ruisseaux, sources, canaux, lacs) (Ramdani *et al.*, 1987).

Physa acuta a été signalée au Maroc (Brown, 1980 in Vandamme, 1988 ; Ramdani *et al.*, 1987 ; Melhaoui et Boudot, 2009) et en Algérie (Brown, 1980 in Vandamme, 1988).

Gyraulus crista : Cette espèce vient en 3^{ème} position après *Physa acuta*, elle habite les eaux douces et saumâtres, turbides et non turbides, de substrats limoneux, limon-argilo-sableux, argile-limoneux et limon-argileux. Cette espèce est observée tout au long de la période d'étude et tolère de ce fait, les différentes températures. Elle a été signalée en Algérie entre Mostaganem et Constantine (Bourguignat, 1864 in Vandamme, 1988) et selon Ramdani *et al.* (1987), cette espèce habite les eaux douces et légèrement saumâtres. Ce Gastéropode vit dans des milieux aquatiques permanents avec des eaux mésotrophes riches en hydrophytes (Falkner *et al.*, 2001b in Cucherat, 2003). Il est également signalé dans les mares, les étangs, les canaux, les fosses mais jamais dans les rivières (Cucherat, 2003).

Gyraulus crista a été trouvée au Maroc (Dumont, 1971 in Vandamme, 1988; Ramdani *et al.*, 1987) et en Tunisie (Girod *et al.* 1980 ; Khalloufi et Boumaiza 2007).

Planorbarius metidjensis : Cette espèce a été trouvée dans des eaux douces et oligo-saumâtres, turbides et non turbides dans tous les types de substrat. Néanmoins, elle est moins abondante et moins fréquente que les espèces précédentes.

Cette espèce a été signalé en Algérie (Bourguignat, 1864 in Vandamme, 1988) et au Maroc (Gaud, 1958 in Vandamme, 1988 ; Ramdani *et al.*, 1987; Ghamizi , 1998). Elle colonise les eaux stagnantes peu profondes à assèchement estival ainsi que les sources et les ruisseaux riches en matières organiques. L'animal cohabite souvent avec *Bulinus truncatus* dans la végétation aquatique (algues filamenteuses) (Melhaoui et Boudot, 2009).

Bathyomphalus contortus : Cette espèce a été récoltée dans trois sites avec une abondance très faible (4 individus dans les trois sites). La moitié des récoltes est observée dans un site turbide ; riche en matières organiques et aux eaux douces (Frênes). L'autre moitié est récoltée dans des eaux oligo-saumâtres et poly-saumâtres. Les sites sont à substrats limoneux et argile-limoneux. Elle est très peu fréquente et localisée. Les études antérieures montrent que cette espèce vit dans un large éventuel d'habitats aquatiques permanents avec des eaux mésotrophes et eutrophes, dans des cours d'eau, mares, étangs et fossés (Falkner *et al.*, 2001b in Cucherat, 2003; Fontaine *et al.*, 2010) et également dans les rivières (Fontaine *et al.*, 2010).

Bithynia tentaculata est peu abondante et également peu fréquente. Elle est inféodée aux eaux douces, turbides et non turbides dans des substrats sableux, sable-limoneux, argile-limoneux et alluvions. Les études antérieures montrent que *Bithynia tentaculata* est une espèce habitant dans les fossés, les étangs et parfois les rivières et canaux à faible débits avec des eaux mésotrophes à eutrophes (Falkner, *et al.* 2001b in Cucherat, 2003). Elle se rencontre dans des

différents types des zones humides en Europe, en Asie et en Afrique avec une faible localisation dans le Méditerranéen (Vandamme, 1988).

Cette espèce a été signalée au Maroc (Brown, 1980 in Vandamme) et en Algérie (Bourguignat, 1864 in Vandamme).

Acroloxus lacustris : D'après notre étude, cette espèce a été observée une seule fois avec 1 seul individu. C'est une espèce rare et localisée, habitant les eaux douces, non turbides à substrat vaseux (limon-argileux).

Les études antérieures montrent que *Acroloxus lacustris* est une espèce d'eaux stagnantes ou à faible courant. Elle vit sur les végétaux aquatiques, généralement à feuille large (Cucherat, 2003 ; Ramdani *et al.*, 1987). Elle se trouve également dans des substrats vaseux (Ramdani *et al.*, 1987).

Lymnaea stagnalis : Dans cette étude, *Lymnaea stagnalis* a été récoltée avec une abondance assez importante dans des eaux douces et poly-saumâtres, turbides et non turbides dans tous les types de substrats, ce qui s'accorde avec les résultats de Ramdani *et al.* (1987) qui ont trouvé cette espèce dans des eaux douces et saumâtres stagnantes et également dans les Oueds. Cette espèce a été observée tout au long de la période de l'étude. Elle résiste de ce fait, aux variations de la température. Selon Falkner *et al.* (2001b in Cucherat, 2003) *Lymnaea stagnalis* est une espèce inféodée aux eaux mésotrophes et eutrophes stagnantes (fossés, mares et étangs....), riche en hydrophytes.

Cette espèce a été trouvée en Asie et le Nord d'Afrique (Vandamme, 1988) et au Maroc (Dumont, 1971 in Vandamme, 1988 ; Pallary, 1901 in Vandamme, 1988; Brown, 1980 in Vandamme, 1988; Ramdani *et al.*, 1987).

Galba truncatula : Dans notre travail, cette espèce a été trouvée dans des eaux douces, turbides et non turbides, dans des substrats limon-argilo-sableux et argile-limoneux avec seulement 2 individus. C'est une espèce rare et localisée observée deux fois pendant toute la période d'étude.

Galba truncatula est l'hôte intermédiaire de la grande douve (*Fasciola hepatica*) ; parasite du foie des moutons et des vaches. Elle a été récoltée dans les ruisseaux à faible courant et les fossés peu profonds, très riche en matières organiques et en Diatomées. Pendant l'assèchement, l'animal s'enfonce dans la vase et sous les pierres ou sous les débris végétaux (Melhaoui et Boudot, 2009). Cette espèce colonisent les milieux aquatiques où il existe de fortes variations du

niveau d'eau et dans un nombre variés d'habitats : fossés, mares, bords d'étangs et rivières (Cucherat, 2003).

Cette espèce a été signalée au Maroc (Brown, 1980 in Vandamme, 1988 ; Ramdani *et al.*, 1987 ; Melhaoui et Boudot, 2009) et en Algérie (Bourguignat, 1864 in Vandamme, 1988).

Stagnicola corvus : Cette espèce a été trouvée dans des eaux douces, turbides et non turbides, dans des substrats sableux avec seulement 3 individus. C'est également une espèce rare et localisée. Malgré la faible abondance et le nombre réduit d'occurrences de cette espèce, elle a été observée en janvier en février et en avril.

C'est une espèce de milieux aquatiques stagnants, permanents riche ou non en hydrophytes (Van Goethem, 1988 in Cucherat, 2003).

Lymnaea natalensis : Dans cette étude, cette espèce a été récoltée une seule fois au mois de Février dans la mare Lac Bleu qui se caractérise par une eau douce, non turbide et à substrat sableux. C'est une espèce rare et localisée, ne tolère pas probablement les températures élevées. Cette espèce a été observée en Algérie (Pallary, 1901 in Vandamme (1988). D'après Vandamme (1988), cette espèce habite les plans d'eau permanents.

Quoique les espèces *Acroloxus lacustris*, *Galba truncatula*, *Stagnicola corvus*, *Lymnaea natalensis* soient présentes, leurs faibles nombre d'occurrences et leurs faible abondance au sein des sites explorés ne permettent pas de les prendre comme éléments fiables pour caractériser la qualité du milieu.

Conclusion

Ce travail contribue à l'inventaire des espèces de Culicidés et de Gastéropodes au niveau de la Numidie Orientale. Les aspects de biologie, d'écologie et de systématique de ces taxons ont été également étudiés.

Les prospections des sites, nous ont permis d'inventorier 4 espèces de Culicidés et 11 espèces de Gastéropodes.

Les 4 espèces des Culicidés appartenant à deux sous familles (Anophelinae et Culicinae) et à 2 genres (*Anopheles* et *Culex*).

- Anophelinae avec 2 espèces : *Anopheles maculipennis* et *Anopheles claviger*
- Culicinae également avec 2 espèces qui sont *Culex mauritanicus* et *Culex mimeticus*.

La détermination des indices écologiques a permis de révéler que l'*Anopheles maculipennis* est la plus abondante, la plus fréquente et la plus répandue, alors que l'espèce *Culex mimeticus* est rare et localisée. L'espèce *Culex mauritanicus* a été signalée pour la première fois en Algérie.

Les résultats obtenus montrent que l'abondance des larves de Culicidés est plus importante au printemps, la température serait probablement la cause principale.

En ce qui concerne les Gastéropodes, Les résultats obtenus ont mis en évidence la présence de 11 espèces réparties en 5 familles ; la famille des Planorbidae et la famille des Lymnaeidae avec 4 espèces chacune, suivie par celles des Physidae, des Bithyniidae et des Acroloxidae avec une seule espèce pour chaque famille.

Il en ressort également, la prédominance de l'espèce *Gyraulus laevis*, en revanche, les espèces *Acroloxus lacustris* et *Lymnaea natalensis* sont relativement rares et ne sont représentées que par un seul individu.

D'après les résultats de l'A. F. C. la turbidité et le substrat semblent régir la distribution spatiale des Gastéropodes. Par contre, la température contrôle leurs distributions temporelles.

Beaucoup reste à faire, et l'étude que nous présentons n'est qu'une modeste contribution à une meilleure connaissance des Culicidés et des Gastéropodes du Nord-est-algérien. Les résultats sont encourageants et pourraient servir de référence pour les études suivantes.

Enfin, nous espérons dans les prochains travaux, élargir l'éventail des sites d'études en prospectant des milieux permanents qui seraient probablement plus riches en espèces, notamment les Culicidés.

Bibliographie

- Andarelli, L., 1954. Les Anophelinés et les Culicinéés de L'Aurès, la lutte antipaludique en (Campagne 1953). Alger, Gouvernement générale de l'Algérie. Parasit. Paris 45(9) : 385-386.
- Angelier, E., 2000. Ecologie des eaux courantes. TEC et DOC, Paris. 199 p.
- Bebba, N., 2004. Etude comparative des effets des insecticides sur les populations larvaires de Culicidae de Constantine et Oued Righ (Touggourt et Djamâa). Thèse de Magister. Université de Constantine. 179 p.
- Bendali-Saoudi, F., 2006. Etude bioécologique et biochimique des Culicidae (Diptera, Nematocera) de la région d'Annaba, lutte biologique anticulicidienne. Thèse de Doctorat. Université de Badji Mokhtar-Annaba. 224 p.
- Benkhedim-Aouati, A., 2009. Inventaire des Culicidae des zones humides et des forêts de chêne liège, caractérisation systématique par les profils hydrocarbures cuticulaires. Essais de lutte. Thèse de Magister. Université de Badji Mokhtar-Annaba. 107 p.
- Benslimane, N., 2001. Contribution à l'étude écologique des zones humides de la Numidie orientale et des zones de Guerbes. Mémoire d'ingénieur. Université Badji Mokhtar-Annaba. 140 p.
- Berrak, H., 2009. Inventaire des moustiques et des hydracariens dans le lac des Oiseaux : lutte biologique. Thèse de Magister. Université de Badji Mokhtar-Annaba. 84 p.
- Bouallam, S., 1992. Contribution à l'étude écologique des Culicidés principalement les Anopheles dans la région de Marrakech. Thèse 3^{ème} cycle. Univ. Cadi Ayyad. Fac.Sci. Marrakech. 115 p.
- Boucenna, N., Bouyada, N., et Guébalia, A., 2009. Contribution à l'étude typologique des mares temporaires de la Numidie Orientale (cycle 7 : 2007-2008). Université de 8 Mai 1945-Guelma. 82 p.
- Bouhala, Z., Mouas, W., et Hadjoudj, S., 2009. Contribution à l'étude typologique des mares temporaires de la Numidie Orientale (cycle 6 : 2006-2007). Université de 8 Mai 1945-Guelma. 105 p.

- Boulkenafet, F., 2006. Contribution à l'étude de la biodiversité des Phlébotomes (Diptera : Psychodidae) et appréciation de la faune Culicidienne (Diptera : Culicidae) dans la région de Skikda. Thèse de Magister. Université de Mentouri Constantine. 190 p.
- Bounaceur, F., 1997. Contribution à l'étude écologique de *Gambusia affinis* (Baird & Girard, 1953) dans trois sites humides du Parc National d'El Kala. Thèse de Magister. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie (E.N.S.A El Harrach). 104 p.
- Brunhes, J., Rhaim A., Geoffroy B., Angel G et Hervy J-P., 1999. Les moustiques de l'Afrique méditerranéenne. Logiciel d'identification et d'enseignement. IRD édition.
- Brunhes J., Hassain K., Rhaim A et Hervy J-P., 2000. Les espèces de l'Afrique méditerranéenne : Espèces présentes et répartition (Diptera, Nematocera). Bull. Ent. France, extrait: 105(2) : 195-204.
- Campbell, N. et Reece, J., 2004. Biologie 2^{ème} édition. Pearson édition, France. 1364 p.
- Campbell, N. et Reece, J., 2007. Biologie 7^{ème} édition. Pearson édition, France. 1334 p.
- Chaib, N., 2002. Contribution à l'étude écologique et hydrologique de quelque hydrosystèmes de la Numidie (Région d'El Kala et de Guerbès-Sanhadja). Thèse de Magister. Université de Badji Mokhtar-Annaba. 171 p.
- Chakri, K., 1992. Etude biologique, lutte biologique et chimique contre les adultes du moustique *Culex pipiens pipiens* (Diptera, Culicidae). Thèse de Magister, Université de Badji Mokhtar-Annaba. 174 p.
- Chakri, K., 2007. Contribution à l'étude écologique de *Daphnia magna* (Branchiopoda : Anomopoda) dans la Numidie, et inventaire des grands Branchiopodes en Algérie. Thèse de Doctorat, Université de Badji Mokhtar-Annaba. 174 p.
- Chlaida, M. et Bouzidi, A. R., 1995. Contribution à l'étude des Diptères Culicidés du Maroc : dynamique et cartographie écologique de quelques espèces au sein de retenue de barrage El Massira (Sud de Settat). Bull.Inst. Sci., Rabat, n° 19 ; 83-92.

- Chessel, D. et Bournaud, M., 1987. Progrès récent en analyse des données écologiques. Communication au 4^{ème} colloque l'AFIE. « La gestion des systèmes écologiques ». 10 p.
- Chessel, D. et Doledec, S., 1992. ADE Software. Multivariate analysis and graphical display for environmental data (version 4). Université de Lyon.
- Costil- Fleury, K., 1992. Données sur les Gastéropodes Dulcicoles de l'Ouest de la France : Mise en evidence de cinq groupes d'espèces. Société Française de Malacologie. Ifremer, Actes de Colloques, n° 13. 125-134.
- Cucherat, X., 2003. Les Mollusques continentaux de la région Nord- pas –de- Claise, liste des espèces, échantillonnage et base des données. Université de science et technologie de Lille- U.F.R. De Biologie. DSR de Xavier Cucherat, Lille 1. 139-191.
- Dajoz, R., 1971. Précis d'écologie. Dunod Paris : 434 p.
- Dajoz, R., 1985. Précis d'écologie. Dunord .Paris. 505 p.
- Dajoz, R., 2006. Précis d'écologie. Dunord .Paris. 631p.
- Debbiche-Zerguine, K., 2010. Contribution à l'étude des Chironomidae (Diptera, Insecta) des mares temporaires de la Numidie orientale. Aspect de Biologie, Ecologie et Systématique. Thèse de Doctorat. Université de 8 Mai 1945 Guelma. 289 p.
- De Bélaïr, G., 1990. Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre écosystèmes lacustres et marécageux (El Kala, Est algérien). Thèse de Doctorat. 3^{ème} cycle. Université de Montpellier II U.S.T. Languedoc. 193 p.
- Dfigallier, N. Herve, J-P et Travassos, A.P.A., 1988. *Aedes Aegypti* (L) : Importance de sa bioécologie dans la transmission de la dengue et des autres arbovirus. Bull. SOCP. ath. EX., 8 1. 97-140 p.
- Djebbari, N., Boudjadi, Z. et Bensouilah, M., 2009. L'infestation de l'anguille *Anguilla anguilla* L., 1758 par le parasite *Anguillicola crassus* Kuwahara, Niimi et Itagaki, 1974 dans le complexe de zones humides d'El Kala (Nord-Est algérien). Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, n°31 (1), 45-50.

- Djurd, R., 2000. L'essentiel en biologie animal. Berti édition, Paris. 331 p.
- Emberger, L., 1955. Une classification biogéographique des climats. *Rev.Trac.Bot.Geol.Aool.Fasc.Scie* Montpellier, Série botanique. 343 p.
- Engelhardt, W., Juring, P., Pfadenhauer, J. et Rehfeld, K., 1998. Guide de la vie dans les étangs, les ruisseaux, et les mares : Les plantes et les animaux des eaux de chez nous. Introduction à la vie des eaux intérieures. Vigot. 313 p.
- Fontaine, B., Bichain, J.M., Cucherat, X., Gargominy, O. et Prié, V., 2010. Les noms scientifiques français des mollusques continentaux de France : processus d'Établissement d'une liste de référence. *Rev. Écol. (Terre Vie)*, vol. 65. 293-318.
- Fouzari, A., 2009. Contribution à l'étude des macroinvertébrées de Oued Seybouse Diptera, Coleoptera et Gasteropoda. Thèse de Majister. Université de 8 Mai 1945 Guelma. 171 p.
- Frontier, S. et Pichod-Viale, D., 1991. Ecosystème : structure fonctionnement, évolution. Masson. Paris. 375 p.
- Ghamizi, M., 1998. Les Mollusque des eaux continentales du Maroc : Systématique et biologie. Thèse de Doctorat. Université de Cadi Ayyad- Marrakech. 554 p.
- Girod, A., Bianchi, I. et Mariani, M., 1980. Gasteropodi, 1. (Gasteropoda: Pulmonata Prosobranchia: Neritidae, Viviparidae, Bithynidae, Valvatidae). Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, 7: 1-86.
- Gourmala, S., 1991. Principe et élaboration d'une carte écologique du peuplement à *Culicidaes* (*Aedes*, *Culex*, *Culiseta*) sur la wilaya de Telemcen (Algérie). Etude démo-écologique d'*Aedes zammitii* (Theobald, 1903). (Complexe *Aedes mariaae*) A finalité appliquée. Thèse de Magister. Université de Badji Mokhtar-Annaba. 169 p.
- Grillas, P. et Roche, J., 1997. Végétation des marais temporaires : écologie et gestion. Collection étudiée par : Skinner, J. et Crivelli, A-J. 86 p.

- Guillaumot, L., 2005. Les moustiques et la dengue. Réseau International des Instituts Pasteur 1-22 p.
- Hamaidia, H., 2004. Inventaire et biodiversité des Culicidae (Diptera, Nematocera) dans la région de Souk-Ahras et de Tébessa (Algérie). Thèse de Magister. Université de Constantine. 152 p.
- Hammoudi, H., 1999. Biotypologie des mares de la Numidie orientale. Mémoire d'ingénieur. Université Badji Mokhtar-Annaba. 54 p.
- Hassain, K., 2002. Biogéographie et biotypologie des Culicidae (Diptera – Nematocera) de l'Afrique méditerranéenne. Bioécologie des espèces les plus vulnérantes (*Aedes aspius*, *Aedes detritus*, *Aedes mariaae* et *Culex pipiens*) de la région occidentale d'Algérie. Thèse de Doctorat, Université de Telemcen. 152 p.
- Himmi, O., Dakki, M., Trari, B. et Elagbani, M, A., 1995. Les *Culicidae* du Maroc. Clés d'identification avec données biologiques et écologiques. 57 p.
- Himmi, O., Trari, B., El Agbani, M.A. et Dakki, M., 1998. Contribution à la connaissance de la cinétique et des cycles biologiques des Moustiques (*Diptera*, *Culicidae*) dans la région de Rabat-Kénitra (Maroc). Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, n°21. 71- 79.
- Khalloufi, N. et Boumaiza, M., 2007. Systématique : Premiers citation et description de quatre Pulmonés Dulcicoles Tunisie (Mollusca, Orthogastropoda). Bull. Soc. zool. Fr., 132(3) : 191-204.
- Larhali, Y., Belghyti, D., El Guamri, Y., Lahlou, O., El kharrim, K., Kirami, A., Khamri, Z., 2011. Cartographie de la faune culicidienne dans la province de Khémisset (Maroc). Science Lib Editions Mersenne. 1-8.
- La rousse., 1973. La grande encyclopédie. Volume 7. 4424 p.
- La rousse., 1974. La grande encyclopédie. Volume 9. 5696 p.
- Layachi, N., 1997. Etude comparative de deux étangs dunaires : Gareat Estah et Gareat Dakhla (Nord-est algérien). Mémoire d'ingénieur. Université Badji Mokhtar Annaba. 58 p.

- Lee, K-w.et Zorka, T., 1987. Illustrated taxonomic keys to genera and species of mosquito larvae of Korea. Part II. 24 p.
- Leveque, C., 2001. Ecologie de l'écosystème à la biosphère. Masson Sciences. Dunod, Paris. 502 p.
- Louah, A., Ramdani, M., Souad, Y.et Mahjour, J., 1995. Biotypologie de la faune Culicidienne de la péninsule tingitane. Bull. Inst.Sci., Rabat, n° 19. 93-102.
- Lozet, B., Dejean-Arrecgros, B., 1977. Je découvre les coquillages (Cotes européennes et méditerranéennes). André Leson.172 p.
- Maissiat, J., Baehr, J-C., Picaud, J-L., 2005. Biologie Animale-Invertébrés 2^{ème} édition. Dunod, Paris. 239 p.
- Marre, A., 1987. Le Tell oriental algérien. De Collo à la frontière tunisienne. Etude morphologique. Vol I et II offices des publications universitaires. Alger.
- Mathieu, R., 1995. Biologie –Campbell-De boeck université. Bruxelles. 1190 p.
- Mekki, M., 1998. Etude comparative de l'écologie de quatre dépressions dunaires du Nord-est algérien. Mémoire d'ingénieur. Université Badji Mokhtar-Annaba. 59 p.
- Melhaoui, M. et Boudot, J.P., 2009. Diagnostic de la biodiversité aquatique dans le Bassin Hydraulique de la Moulouya (Maroc). Projet Uicn /Abhm Moulouya – MAROC. 1-110.
- Menai, R., 2005. Contribution à l'étude des macroinvertébrés des eaux continentales de l'Algérie : inventaire, écologie et biogéographie des Odonates. Thèse de Doctorat. Université de Badji Mokhtar-Annaba. 160 p.
- Metallaoui, S., 1999. Etude écologique des mares endoréiques et temporaires. Thèse de Magister. Université Badji Mokhtar-Annaba. 140 p.
- Mezghice, K., 2009. Lutte chimique contre les moustiques : activité comparée de deux mimétiques de l'hormone de mue contre les larves de *Culiseta longiareolata* (Macqu art, 1838). Thèse de Magister. Université de Badji Mokhtar-Annaba. 74 p.

- Moisan, J., 2006. Guide d'identification des principales macro invertébrés benthiques d'eau douce du Québec, surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds, direction. 73 p.
- Moussiégt, O., 1983. Les moustiques de Tunisie, leur répartition, bibliographie. Entente Interdépartementale Pour La Démoustication Du Littoral Méditerranéen. Montpellier Cedex France 3-29.
- Mouthon, J., 1980. Les mollusques dulcicoles ; Données biologiques et écologiques, Clés de détermination des principaux genres de Bivalves et de Gastéropodes de France. 27 p.
- Ouchtati, N., 1993. Contribution à l'inventaire et l'étude des Brachinidae, Carabidae et de Cincindelidae de la région d'El Kala. Thèse de Magister. Université de Badji Mokhtar-Annaba. 133 p.
- Othmani-Sendid, A-R., 2000. Typologie et cartographie des zones humides de la Numidie orientale. Thèse de Magister. Université de Badji Mokhtar-Annaba. 95 p.
- Quigley, M., 1977. Invertebrates of Streams and Rivers: a Key to identification. 83 p.
- Rageau, J., Vernent, G., 1958. Recherche sur les moustiques : (Diptères, Culicidae) des îles loyauté. O. R. S.T. O. M. Fonds Documentaire. N : 28998. 53-63.
- Ramade, F., 1994. Eléments d'écologie : écologie fondamentale .Dunord .Paris. 517 p.
- Ramdani, M., Dakki, M., Kharboua, M., El Agbani, M-A. et Metge, G., 1987. Les Gastéropodes dulcicoles du Maroc : inventaire commenté. Bull.Inst.Sci.Rabat, n°11.136-140.
- Redaounia, A., 1999. Etude d'un gradient floro-faunistique sur un échantillon de neuf mares (mares Gauthier). Mémoire d'ingénieur. Université Badji Mokhtar-Annaba. 102 p.
- Reuben, R., Tewari, S-C., Hiriyani, J. Et Akiyama, J., 1994. Illustrated keys to species of Culex (*Culex*) associated with Japanese encephalitis in Southeast Asia (*Diptera: Culicidae*). Mosquito Systematics, 26(2):75-96.
- Ridet, J-M., Platel, R. et Meunier, R-J., 1992. Zoologie des Protozoaires aux Echinodermes. Edition marketing. 224 p.

- Rodhain, F. et Perez, C., 1985. Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Malorue. S. A. Editeur 27 Rue d'école de médecine 75006. Paris. 451 p.
- Samraoui, B. et De, Bélaire, G., 1997. The Guerbes-Senhadja wetlands (N.E Algeria). Part I: an overview. *Ecology*. 233-250.
- Samraoui, B. et De Bélaire, G., 1998. Les zones humides de la Numidie orientale (bilan des connaissances et des perspectives de gestion). Synthèse N°4. 98 p.
- Sebti, S., 2001. Contribution à une étude typologique des mares temporaires de la Numidie. Mémoire d'ingénieur. Université Badji Mokhtar-Annaba. 70 p.
- Senevet, G., Gaud, J. et Millet, A., 1948. Validité de l'espèce *Culex mauritanicus* Callot, 1940. *Arch. institut Pasteur d'Algérie*.42-47.
- Senevet, G., Andarelli, L., 1960. Contribution à l'étude de la Biologie des moustiques en Algérie et dans le Sahara Algérien *Arch. Inst. Pasteur d'Algérie*, T. XXXXVIII, N° 1 : 305-326.
- Sérandour, J., 2007. Contribution à l'étude des moustiques anthropophiles de France : le cas particulier du genre *Coquillettidia*. Thèse Pour l'obtention du titre de Docteur de l'université Joseph Fourier – Grenoble I. Spécialité : Biologie. 125 p.
- Schaffner, F., Brunhes, J., Rhaim, A. Hervy, J-P., Geoffroy, B. et Angel, G., 2001. Moustiques d'Europe. *Institut de recherche pour le développement IRD. Logiciel de systématique*.
- Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M. et Usseglio-Polatera, P., 2000. Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie. CNRS éditions, Paris. 588 p.
- Terki, F., 1997. Etude comparative de deux dépressions dunaires : le Lac Bleu et la Saoulaie (Parc National d'El Kala). Mémoire d'ingénieur. Université Badji Mokhtar, Annaba. 61 p.
- Touati, L., 2008. Distribution spatio-temporelle des Genre *Daphnia* et *Simocephalus* dans les mares temporaires de la Numidie. Thèse de Magister. Université de 8 Mai 1945-Guelma. 88 p.

- Trari, B., Himmi, O., 1987. Biotypologie et répartition spatio-temporelle des Moustiques (Diptera, Culicidae) du Gharb (Maroc). C.E.A., Faculté des Sciences, Université Mohamed V, Rabat. 103 p.
- Trari, B., 1991. Culicidae (Diptera): Catalogue raisonne des peuplements du Maroc et études typologiques de quelques gites du Gharb et de leurs communautés larvaires. Thèse de 3^{ème} cycle, Faculté des Sciences, Université Mohamed V, Rabat. 209 p.
- Trari, B., Dakki, M., Himmi, O., et El Agbani, M. A., 2002. Les moustiques (*Diptera, Culicidae*) du Maroc. Revue bibliographique (1916-2001) et inventaire des espèces. Bull. Soc.Pathol. Exot.85.4.329-334.
- Trari, B., Harbach, R.E. Himmi, O., Dakki, M et Agoumi. A., 2004. An inventory of the mosquito of Morocco. I. Genus Anopheles (Diptera, Culicidae). Journal of the European Mosquito Control Association, 18- 19.
- Utrio, P., 1976. Identification key to Finnish mosquito larvae *Diptera, Culicidae*. Annales Agriculture Fenniae, 15: 128-136.
- Vandamme, D., 1988. Kwartaire Distributie, Biogeographie en evolutie. Van De Noordafrikaanse Zoetwater Mollusken. 184 p.
- Vasseur, A. et Blot, J., 1993. Le monde animal : Aperçus synoptiques. Edition de l'école. Paris. 105 p.

Site Web

[1] <http://christian.guillermet.perso.neuf.fr/moustikponte.gif&imgrefurl>.

[2] http://www.eid-med.org/fr/moustique/Emergence_1.jpg.

[3] <http://lecolebuissonniere.eu/page209.html>.

[4] http://www.moustiquesinfos.sante.gouv.fr/spip/userfiles/image/connaitre_le_moustique/Cycle_de_vie.gif.

[5] http://classesdesandra.ovh.org/site_web_ecole/cyclevie.pdf.

Résumé

L'objectif de ce travail est l'inventaire et la mise en évidence des espèces de Culicidés et de Gastéropodes existant dans le Nord-est de l'Algérie durant une campagne de prélèvement étalée sur trois cycles (cycle 1 : décembre 2006- juin 2007 ; cycle 2 : novembre 2007- mai 2008 ; cycle 3 : octobre 2009-juin 2010) dans 26 mares temporaires. L'exploitation des récoltes des larves de Culicidés montre l'existence de 4 espèces de Culicidés réparties en 2 sous familles ; les Anophelinae avec 2 espèces et les Culicinae également avec 2 espèces.

Les résultats de cette étude montrent que l'*Anopheles maculipennis* est la plus abondante et la plus fréquente, alors que *Culex mimeticus* est rare. Cette étude révèle que la température contrôle l'abondance temporelle des Culicidés.

L'inventaire des Gastéropodes révèle l'existence de 11 espèces réparties en 5 familles, la famille des Planorbidae et Lymnaeidae contenant la majorité des espèces avec 4 espèces pour chaque famille, suivie par les familles de Physidae, Bithyniidae et Acroloxidae enregistrant une seule espèce pour chacune.

Les facteurs qui semblent contrôler la distribution spatiale des Gastéropodes sont la turbidité et le substrat. Cependant, la température régisse leurs distributions temporelles.

Cette étude montre que *Gyraulus laevis* est l'espèce la plus fréquente et la plus abondante. Par contre, *Acroloxus lacustris* et *Lymnaea natalensis* sont rares.

Mots clés : Mares temporaires, Nord-est, Algérie, Culicidés, Gastéropodes.

Summary

The aim of this study is the inventory of Culicids and Gasteropods existing in North-east Algeria during a sampling campaign over three cycles (cycle 1: December 2006-June 2007), cycle 2: (November 2007- May 2008) and cycle 3: (October 2009- June 2010) in 26 temporary ponds. Sample analysis of Culicids larvae shows the occurrence of 4 species distributed in 2 sub-families; 2 species of Anophelinae and 2 species of Culicinae.

Results of this study show that *Anopheles maculipennis* is the most abundant and frequent, whereas *Culex mimeticus* is rare. This study showed that temperature limits temporal abundance of Culicids.

The inventory of Gasteropods reveals the existence of 11 species distributed in 5 families, Planorbidae and Lymnaeidae containing the majority of species with 4 species for each family, followed by Physidae, Bithyniidae and Acroloxidae with only one species for each one.

Factors which probably limit the spatial distribution of Gasteropods are turbidity and substratum. However, temperature governs their temporal distributions. This study shows that *Gyraulus laevis* is the most frequent and abundant species. In contrast *Acroloxus lacustris* and *Lymnaea natalensis* are rare.

Key words: Temporary ponds, North-east Algeria, Culicidae, Gasteropoda.

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى جرد أنواع عائلة البعوض و قسم معديات الأرجل الموجودة في شمال شرق الجزائر من خلال حملة امتدت على ثلاث دورات (الدورة الأولى: ديسمبر 2006- جوان 2007، الدورة الثانية: نوفمبر 2007- ماي 2007 و الدورة الثالثة: أكتوبر 2009- جوان 2010) في البرك المؤقتة و التي عددها 26 بركة.

بينت اليرقات المجمععة لعائلة Culicidés وجود 4 أنواع موزعين على تحت عائلتين Anophelinae و Culicinae حيث تحتوي كل عائلة على نوعين.

أثبتت نتائج هذه الدراسة أن النوع *Anopheles maculipennis* هو الأكثر كثافة و الأكثر تكرار، أما *Culex mimeticus* فهو نادر. أظهرت هذه الدراسة أن الحرارة تراقب الكثافة الزمنية لعائلة Culicidés

كذلك بالنسبة Gasteropoda وجد 11 نوعا موزعين على 5 عائلات هم: Planorbidae و Lymnaeidae

4 انواع لكل عائلة و عائلات Bithyniidae, Physidae و Acroloxidae تحتوي كل واحدة منها نوعا واحدا.

العوامل التي تراقب التوزيع المكاني لقسم Gastéropodes هي التغير و نوع التربة أما الحرارة فتتظم توزيعها الزمني.

أظهرت هذه الدراسة أن *Gyraulus laevis* هو الأكثر تكرار و الأكثر كثافة أما *Lymnea natalensis*

و *Acroloxus lacustris* فهما نادران.

الكلمات المفتاحية: البرك المؤقتة، شمال شرق الجزائر، Culicidae و Gasteropoda.