

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة الإخوة منتوري قسنطينة

Université des Frères Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de biologie animale

N° Série :
N° d'ordre :

Thèse

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT EN SCIENCE
Spécialité : Entomologie
Option : Application agronomique et médicale

ETUDE DE LA BIOECOLOGIE ET DE LA STRUCTURE DU PEUPLEMENT DES
MOUSTIQUES (DIPTERA : CULICIDAE) DANS LES ZONES HUMIDES DES
HAUTES PLAINES DU SUD CONSTANTINOIS.

Présentée par : **MESSAI Nassima**

Devant le jury :

Président :	Mr. LOUADI K.	Professeur, Université des frères Mentouri-Constantine
Rapporteur :	Mlle. BERCHI S.	Professeur, Ecole Nationale Supérieure de Biotechnologie
Examineurs :	Mr. LAAMARI M.	Professeur, Université de Batna 2
	Mr. SAMRAOUI B.	Professeur, Université Badji Mokhtar Annaba
	Mme. BENKENANA N.	M.C., Université des frères Mentouri-Constantine

Année universitaire : 2016/2017

REMERCIEMENTS

J'exprime ma très profonde gratitude à Melle BERCHI Sélima, professeur à l'Ecole Nationale Supérieure de Biotechnologie, d'avoir accepté d'être rapporteur de ce travail. Son expérience, ses directives et critiques ont été pour moi une aide scientifique et morale. Qu'elle reçoive le témoignage de toute ma reconnaissance et mes remerciements les plus sincères.

J'adresse ma reconnaissance à Monsieur le professeur LOUADI Kamel de l'Université de Constantine d'avoir accepté la présidence de notre jury de thèse. Hommages respectueux.

Je suis aussi très reconnaissante envers Monsieur le professeur LAAMARI Malik de l'Université de Batna, Monsieur le professeur SAMRAOUI Boudjemaa de l'Université d'Annaba et Madame BENKENANA Naima maître de conférences (A) à l'Université de Constantine d'avoir accepté d'être examinateurs de ce travail. Qu'ils veuillent bien trouver ici l'hommage de mon profond respect.

J'adresse de sincères remerciements à tous les permanents et les personnels du laboratoire de l'Institut National de Recherches Hydrauliques (INRH) à Constantine et le laboratoire de l'Institut National des sols ; d'irrigation et de drainage (INSID) à Oum El Bouaghi pour leur disponibilité.

Je tiens aussi à remercier les personnels de la compagnie (la société algérienne) ENASEL pour leur collaboration et leur disponibilité.

Je remercie encore chaleureusement Monsieur le professeur LOUAD Kamel directeur du laboratoire de bio-systématique et écologie des arthropodes, de nous avoir autorisés sans réserve, l'accès au laboratoire.

Merci aussi à Monsieur OUISSI Abed Kader maître assistant à l'Université de Mascara pour avoir accepté de mettre à notre service ses précieuses connaissances relatives à l'étude statistique.

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin dans ce travail.

DEDICACES

Je dédie ce travail tout d'abord à mes parents qui m'ont aimé, aidé et soutenue moralement et financièrement tout au long de ma scolarité : à mon père et ma mère : je vous aime.

A ma sœur Warda

Parce que tu es ma sœur et que je t'aime très fort, tu as toujours été là pour moi. Ta douceur, ta joie de vivre, ton humeur, ta tendresse et ta présence ont été un grand soutien tout au long de ces années.

A mon marie

Sache que mon amour pour toi est fort. Merci pour tes conseils, ton écoute, ton amour et ta présence surtout dans les moments difficiles. J'espère tout simplement que notre lien continuera à se renforcer au fil du temps.

A ma petite fille

Tu es ma Fleur, tu es ma Rose.

A toute ma famille

Sachez que mon amour pour vous est très fort

A tous ceux qui me sont chers

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE 1 : RAPPEL BIBLIOGRAPHIQUE SUR LES CULICIDAE.....	5
1.1. POSITION SYSTEMATIQUE.....	5
1.2. MORPHOLOGIE	11
1.2.1. Œuf.....	11
1.2.2. Larve.....	13
1.2.3. Nymphe	15
1.2.4. Adulte.....	15
1.3. BIOECOLOGIE.....	17
1.3.1. Bioécologie larvaire.....	17
1.3.1.1. Biologie larvaire.....	17
1.3.1.2. Ecologie larvaire.....	17
1.3.1.2.1. Gites larvaires.....	17
1.3.1.2.2. Influence des facteurs biotiques et abiotiques sur le développement larvaires....	18
1.3.2. Bioécologie des adultes.....	19
1.4. INTERET MEDICAL ET VETERINAIRE.....	20
CHAPITRE 2 : PRESENTATION GENERALE DES ZONES D'ETUDES	
« SEBKHET EZZEMOUL ET CHOTT TISILT ».....	22
2.1. DONNEES GEOGRAPHIQUES.....	22
2.2. DONNEES HYDROGEOLOGIQUES.....	22
2.3. FLORE ET FAUNE.....	24
2.4. DONNEES CLIMATIQUES.....	25
2.4.1. Température.....	25
2.4.2. Précipitation.....	26
2.4.3. Vent.....	29
2.4.4. Gelée blanche.....	30
2.4.5. Neige.....	31
2.5. ANALYSE CLIMATIQUE.....	32
2.5.1. Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls.....	32
2.5.2. Climagramme d'Emberger.....	33

CHAPITRE 3 : MATERIELS ET METHODES.....	35
3.1. CHOIX DES SITES D'ETUDE.....	35
3.2. PRELEVEMENT DES CULICIDAE.....	39
3.2.1. Technique d'échantillonnage.....	39
3.2.2. Technique d'identification.....	39
3.3. PHYSICO-CHIMIE DE L'EAU	40
3.4. TRAITEMENT ECOLOGIQUE DES DONNEES.....	40
3.4.1. Indices écologiques de composition.....	40
3.4.1.1. Richesse spécifique.....	40
3.4.1.2. Richesse moyenne.....	41
3.4.1.3. Abondance relative.....	41
3.4.1.4. Fréquence d'occurrence.....	41
3.4.2. Indice écologique de structure.....	41
3.4.2.1. Indice de diversité de SHANNON.....	41
3.4.2.2. Equitabilité.....	42
3.4.2.3. Indice de concentration et uniformité.....	43
3.5. TRAITEMENT STATISTIQUE DES DONNEES.....	43

CHAPITRE 4 : RESULTATS.....	45
4.1. INVENTAIRE DES CULICIDAE.....	45
4.2. ANALYSE DES CULICIDAE PAR LES INDICES ECOLOGIQUES.....	46
4.2.1. Indices écologiques de composition.....	46
4.2.1.1. Richesse spécifique et moyenne.....	46
4.2.1.2. Abondance relative	50
4.2.1.3. Fréquence d'occurrence	61
4.2.2. Indice écologique de structure	67
4.3. ANALYSE TYPOLOGIQUE.....	69
4.3.1. Analyse typologique du site Sebket Ezzemoul.....	69
4.3.1.1. Caractéristiques physico-chimiques de l'eau.....	69
4.3.1.1.1. Température.....	69
4.3.1.1.2. Potentiel hydrogène (pH).....	69
4.3.1.1.3. Conductivité électrique.....	69
4.3.1.1.4. Salinité de l'eau.....	71
4.3.1.1.4.1. Sodium.....	71
4.3.1.1.4.2. Magnésium.....	71
4.3.1.1.4.3. Calcium.....	71
4.3.1.1.4.4. Potassium.....	73

4.3.1.1.4.5. Sulfates.....	73
4.3.1.1.4.6. Chlorures.....	73
4.3.1.1.4.7. Bicarbonates.....	73
4.3.1.1.5. Azote.....	75
4.3.1.1.5.1. Azote ammoniacal.....	75
4.3.1.1.5.2. Nitrites.....	75
4.3.1.1.5.3. Nitrates.....	75
4.3.1.1.6. Phosphate.....	75
4.3.1.1.7. Matière en suspension.....	78
4.3.1.2. Etude globale des paramètres physico-chimiques.....	78
4.3.1.3. Corrélation entre les paramètres physico-chimiques.....	81
4.3.1.4. Analyse spatiotemporelle.....	81
4.3.2. Analyse typologique du site Chott Tinsilt.....	83
4.3.2.1. Caractéristiques physico-chimiques de l'eau.....	83
4.3.2.2. Etude globale des paramètres physico-chimiques (A.C.P).....	83
4.3.2.3. Corrélation entre les paramètres physico-chimiques.....	86
4.4. Analyse Biotypologique.....	86
4.4.1. Analyse Biotypologique du site Sebkheth Ezzemoul.....	86
4.4.1.1. Variations temporelles.....	86
4.4.1.2. Variations de la densité en fonction du gite.....	88
4.4.1.3. Corrélation entre les paramètres physico-chimiques et les densités larvaires des culicidae	90
4.4.1.4. Associations faunistiques des Culicidae.....	91
4.4.2. Analyse Biotypologique du site Chott Tinsilt.....	91
4.4.2.1. Phénologie des espèces de culicidae.....	91
4.4.2.2. Variations de la densité en fonction du gite.....	92
4.4.2.3. Corrélation entre les paramètres physico-chimiques et les densités larvaires des culicidae	93
4.4.2.4. Associations faunistiques des Culicidae.....	93
CHAPITRE 5 : DISCUSSION.....	95
CONCLUSION.....	106
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	109
ANNEXES.	

INTRODUCTION GENERALE

Les Culicidae, ou moustiques, sont des insectes de l'ordre des Diptères, sous ordre des Nématocères. Ils constituent le plus important groupe de vecteurs d'agents pathogènes transmissibles à l'homme et l'animal. Ces insectes ont du point de vue médical une importance considérable (Aron et Grasse, 1966). Par leurs piqûres, les moustiques transmettent à l'homme le paludisme, la fièvre jaune, la dengue et la filariose lymphatique (Guillaumot, 2006). Il est certain qu'ils jouent aussi un rôle dans la transmission mécanique ou cyclique d'autres maladies. Les filaires sont colportées par les *Anopheles*, divers *Aedes* et par les *Culex*. Le *Culex fatigans*, cosmotropicale, transmet le Plasmodium de Danilewsky aux oiseaux (Seguy, 1951). Plus de 3500 espèces sont à ce jour décrit (Harbach, 2007).

La connaissance écologique de la cause et de la propagation de ces maladies a permis, en luttant contre ces vecteurs, de limiter leur action. C'est en effet l'étude écologique des vecteurs qui a permis de vaincre ces maladies (Djogbénu, 2009). Divers facteurs sont susceptibles d'agir sur la distribution, le développement et la densité des populations de vecteurs, et par conséquent sur la distribution de la maladie, à savoir la température, les précipitations, les barrières physiques, l'habitat et la présence de l'hôte vertébré (Young et Arias, 1992). La caractérisation des biotopes et leur différenciation dans l'espace et dans le temps permettent de dégager les conditions favorables pour le développement des moustiques (Metge, 1986 ; Handacq, 1995 ; Louah et al., 1995 ; Kerboua et Merniz, 1997 ; Mestari, 1997, Berchi et al., 2012 ; Krida et al., 2012 ; El joubari et al, 2014 ; Thangamathi et al., 2014).

En Algérie, les études bioécologiques consacrées à la connaissance des culicidae se limitent à certaines régions (Senevet et Andarelli, 1960 ; Robert et al., 1988 ; Berchi, 2000 ; Bendali et al., 2001; Boudjelida et al., 2005; Berchi et al., 2012 ; Bouabida et al, 2012 ; Lounaci et al., 2014). De par le monde, plusieurs études sont à signaler (Molez et al., 1998; Pelizza et al., 2007 ; Pradel et al., 2007; Sweeney et al., 2007; Francis et al., 2007, 2009 ; Darriet et Corbel, 2008 ; Kirby et Lindsay, 2009 ; Fillinger et al., 2009 ; El Ouali Lalami et al., 2010a, 2010b ; Koen Lock et al., 2012 ; Afolabi Olajide Joseph et al., 2013 ; Okogum et al., 2014 ; Zित्रa et Waringer, 2013).

L'eau est un facteur essentiel pour le développement des larves de moustiques jusqu'au stade adulte. Ce pendant, la qualité de l'eau peut influencer leur distribution, leur répartition et leur écologie (Donald, 2005 in Kadhem et *al.*, 2014). Les larves de moustique peuvent coloniser des gîtes très variés comme les lacs, les bassins, les abreuvoirs, les puits abandonnés, les creux de rochers, les rizières et les canaux. De nombreuses monographies ont été consacrées à l'étude des lacs ; la plus connue est celle de FOREL sur le Léman (1892-1895) (Seurat, 1922). L'étude de l'habitat des formes pré-imaginales donne des informations concernant le cycle de vie, la dynamique des populations et la composition physico-chimique des lieux de ponte (Young et Arias, 1992).

Le milieu aquatique représente un type très particulier d'habitat, un biotope relativement fermé aux influences extérieures où les conditions de vie sont diversifiées à l'extrême. En effet, à part quelques exceptions, les larves de moustiques sont douées d'une grande plasticité écologique et ce n'est souvent que le choix des femelles qui conditionne tel ou tel type particulier de gîtes. Certaines espèces tel que *Anopheles multicolor* pondent leurs oeufs en eau très salée, allant parfois jusqu'à 50-60 g/litre ou le cas d'*Aedes mariaae* qui pond ses oeufs dans l'eau de mer emprisonnée dans les creux de rochers. D'autres espèces telles que *Culex pusillus* affectionnent les eaux saumâtres ou préfèrent l'eau douce, les eaux propres et limpides comme c'est le cas par exemple de *Uranotaenia balfouri* ; d'autres préfèrent des eaux turbides ou eutrophisées et parfois même riches en matières organiques en décomposition telles que *Aedes detritus*. *Culex pipiens* affectionne les eaux polluées d'autres telle que *Culiseta litorea* évoluent dans des eaux où la végétation est dense, d'autres telle que *Orthopodomyia pulcripalpis* ont une prédilection pour les cavités des troncs d'arbres (Belayadi, 2010). Des études ont également révélé que les sites de reproduction aquatiques pratiques pour certaines espèces de moustiques peuvent être un inconvénient pour d'autres espèces (Adebote et *al.*, 2008; Afolabi et *al.*, 2010). La sélection des sites de reproduction des moustiques est un facteur critique pour la survie et la dynamique des populations moustiques et à des implications importantes pour la lutte contre les moustiques (Bhaskar Rao et *al.*, 2011 ; Thangamathi et *al.*, 2014).

La région des zones humides Sud-Constantinois, située dans les hauts plateaux du Nord Est d'Algérie, constitue un patrimoine naturel remarquable en raison de leur richesse biologique et écologique. Elle est composée d'une vingtaine de sebkha ou chotts (Samraoui et *al.*, 2006). Ces zones humides, en tant que ressources naturelles présentent des intérêts

scientifiques, économiques et esthétiques. Elles sont d'une grande importance pour les programmes de recherche et pour la conservation biologique (Bouaguel, 2013). Ils sont les écosystèmes plus productifs dans le monde (EPA, 2010 in Nasirian *et al.*, 2014). Ces zones humides sont classées parmi les meilleurs sites d'hivernage pour les oiseaux d'eau en Algérie. Ces derniers ont fait l'objet de nombreuses publications (Samraoui et Samraoui, 2008 ; Samraoui *et al.*, 2006, 2010, 2011 ; Boukssaim *et al.*, 2006, 2013 ; Houhamdi et Samraoui, 2002, 2003 et 2008 ; Houhamdi *et al.*, 2008, 2009 ; Ouldjaoui, 2009 ; Baaziz *et al.*, 2011). Ces régions fréquentées par les oiseaux représentent un contexte particulièrement favorable aux développements de certaines maladies à transmission vectorielles.

A cet égard, Sebket Ezzemoul et Chott Tinsilt, deux zones humides Sud-Constantinoises, sont les sites considérés pour étudier l'écologie des moustiques en analysant leur habitat par la détermination des paramètres physico-chimiques de l'eau de surface de l'écosystème et de suivre les variations spatio-temporelles des teneurs de ces éléments physico-chimiques et leur impact sur les différentes espèces de culicidae.

Le choix de ces sites d'étude relève essentiellement deux critères, l'intérêt de ces zones humides sur le plan international et la nécessité de mieux connaître leur faune culicidienne.

La présente étude entre dans le cadre d'une meilleure compréhension des facteurs physico-chimiques susceptible de favoriser l'installation et la propagation des populations de moustiques sources de nuisance et vecteurs d'agents pathogènes majeurs pour l'homme et les animaux. Elle est divisée en cinq chapitres. Dans le premier chapitre, une synthèse bibliographique sur les Culicidae fait le point sur la classification, la morphologie, la bioécologie et l'intérêt médical et vétérinaire. Dans un second chapitre, une description des deux sites d'études afin de mieux structurer notre travail et envisager de connaître avec précision la constitution du milieu dans lequel l'espèce est capturée. Le chapitre trois consacré à matériel et méthodes comportent le choix des stations d'étude, la description des différentes stations d'étude, le matériel et les méthodes utilisées pour l'échantillonnage, l'identification des Culicidae et la connaissance précises de la constitution du milieu dans lequel les différentes espèces sont capturées. Ce dernier point se base sur les paramètres physico-chimiques qui influent sur la prolifération et la répartition de cette population et enfin les méthodes d'exploitations des résultats développées. Les résultats obtenus sont présentés dans le chapitre

quatre. Ils mettent en évidence l'affinité du peuplement culicidien avec les sites choisis. Le chapitre cinq est consacré à l'interprétation des résultats obtenus lesquels nous permettrons de rendre compte des paramètres qui influent sur la répartition des moustiques récoltés. En conclusion de ce travail, une synthèse de tous les résultats met l'accent sur les perspectives et les travaux qui restent à mener en se référant à de nouvelles voies d'approche qui pourraient peut-être suggérer l'élucidation de certains problèmes causés par ces insectes.

CHAPITRE 1 : RAPPEL BIBLIOGRAPHIQUE SUR LES CULICIDAE

1.1. POSITION SYSTEMATIQUE

Les moustiques appartiennent à l'embranchement des Arthropodes, classe des Insectes, ordre des Diptères, sous-ordre des Nématocères, famille des Culicidae.

Selon la classification la plus récente de moustiques (Diptera : Culicidae), la famille comprend 2 sous-familles, 11 tribus, 111 genres (43 genres sur la base de la plus haute classification), et 3528 espèces de la faune du monde ; le genre *Anopheles* Meigen comprend 7 sous-genres et au moins 465 espèces (Harbach, 2007). Le genre *Culex* L. comprend 25 sous-genres et au moins 751 espèces de la faune du monde (Reinert, 2001 in Kadhem, 2014). Plus de 40 espèces de moustiques sont connues pour être endémique en Europe centrale (Becker et al., 2010 in Zित्रa et al., 2013). La faune culicidiène connue actuellement dans le monde est présentée dans le tableau 1.

La faune de l'Afrique de nord est composée de 66 espèces appartenant à deux sous-familles, en sept genres et en dix sept sous -genres (Brunhes et al., 1999) dont sa richesse spécifique varie considérablement d'un pays à l'autre (Brunhes et al., 2000).

En Algérie, la famille des Culicidae est représentée par deux sous familles les Anophelinae et les Culicinae (Brunhes, 1999). Parmi les deux sous familles qui constituent la famille des Culicidae, c'est certainement celle des Culicinae qui apparaît la plus riche en genres et en espèces. Elle comprend notamment les genres *Aedes* (avec 14 espèces), *Culex* (avec 11 espèces), *Culiseta* (avec 06 espèces), *Orthopodomyia* (avec une seule espèce) et *Uranotaeniae* (avec une seule espèce). Par contre la sous famille des Anophelinae ne contient qu'un seul genre celui des *Anopheles* (avec 14 espèces) (Brunhes, 1999).

Tableau 1: Classification taxonomique des culicidés (Harbach, 2010 in Belayadi, 2010)

Sous-famille	Tribu	Genre	Sous-genre	Espèce	
Anophelinae		<i>Anopheles</i> Meigen, 1818	<i>Anopheles</i> Meigen, 1818	188 espèces	Région afrotropicale
			<i>Cellia</i> Theobald, 1902	216 espèces	Ancien Monde
			<i>Kerteszia</i> Theobald, 1905	12 espèces	Région néotropicale
			<i>Lophodomyia</i> Antunes, 1937	6 espèces	Région néotropicale
			<i>Nyssorhynchus</i> Blanchard	28 espèces	Région néotropicale
			<i>Stethomyia</i> Theobald		Région néotropicale
		<i>Bironella</i> Theobald, 1905	<i>Bironella</i> Theobald, 1905	2 espèces	Région australasienne
			<i>Brugella</i> Edwards, 1930	3 espèces	Région Australasienne
			<i>Neobironella</i>	3 espèces	Région Australasienne
		<i>Chagasia</i> Cruz, 1906		4 espèces	Région néotropicale
Culicinae Meigen, 1818	Toxorhynchitini	<i>Toxorhynchites</i> Theobald, 1901	<i>Toxorhynchites</i>	56 espèces et sous espèces	Présent sur l'Ancien Monde
			<i>Afrorhynchus</i>	20 espèces	uniquement présent en région afrotropicale

		<i>Ankylorhynchus</i>	4 espèces	Nouveau Monde
		<i>Lynchiella</i>	16 espèces	Nouveau Monde
Aedeomyiini	<i>Aedeomyia</i> Theobald, 1901	2 sous-genres	6 espèces	Régions afrotropicale, néotropicale, orientale et australasienne
Aedini Neveu- Lemaire, 1902	<i>Aedes</i> Meigen, 1818	23 sous-genres	263 espèces	Cosmopolite
	<i>Armigeres</i> Theobald, 1901	2 sous-genres	58 espèces:	Régions orientale, australasienne
	<i>Ayurakitia</i> Thurman, 1954		2 espèces:	Région asiatique (Thaïlande)
	<i>Borichinda</i> Harbach & Rattanaarithikul, 2007		1 espèce	Région orientale
	<i>Eretmapodites</i> Theobald, 1901		48 espèces	Région afrotropicale exclusivement
	<i>Haemagogus</i> Williston, 1896	2 sous-genres	28 espèces	Région néotropicale principalement
	<i>Heizmannia</i> Ludlow 1905	2 sous-genres	39 espèces	Région orientale
	<i>Ochlerotatus</i> Lynch Arribalzaga, 1891	22 sous-genres	550 espèces	Cosmopolite
	<i>Opifex</i> Hutton, 1902		2 espèces	Nouvelle-Zélande
	<i>Psorophora</i> Robineau- Desvoidy, 1827	3 sous-genres	48 espèces	Nouveau Monde

	<i>Udaya</i> Thurman, 1954		3 espèces	Région orientale
	<i>Verrallina</i> Theobald, 1903	3 sous-genres	95 espèces	Région australasienne, orientale essentiellement
	<i>Zeugomyia</i> Leicester, 1908		4 espèces	Région orientale
Culicini Meigen, 1818	<i>Culex</i> Linnaeus, 1758	23 sous-genres	763 espèces	Cosmopolite
	<i>Deinocerites</i> Theobald, 1901		18 espèces	Nouveau Monde
	<i>Galindomyia</i> Stone & Barreto, 1969		1 espèce	Région néotropicale (Colombie)
	<i>Lutzia</i> Theobald, 1903 (: initialement sous-genre du genre <i>Culex</i>)	3 sous-genres	7 espèces	Cosmopolite,
Culisetini	<i>Culiseta</i> Felt, 1904		37 espèces:	Région néarctique, ancien monde
Ficalbiini	<i>Ficalbia</i> Theobald, 1903		8 espèces	Régions afrotropicale (4 spp.), orientale (3spp.), australasienne)

	<i>Mimomyia</i> Theobald, 1903	3 sous-genres	42 espèces	Régions afrotropicale, orientale, australasienne
Hodgesiini	<i>Hodgesia</i> Theobald, 1904		11 espèces	Régions afrotropicale, orientale, australasienne
Mansoniini	<i>Coquilletidia</i> Dyar, 1905		66 espèces	Région afrotropicale, néotropicale, australasienne
	<i>Mansonia</i> Blanchard, 1901		24 espèces	Région afrotropicale, Ancien Monde
Orthopodomyiini	<i>Orthopodomyia</i> Theobald, 1904		38 espèces	Cosmopolite, pas d'importance médicale
				-ne piquent pas l'homme-
Uranotaeniini	<i>Uranotaenia</i> Lynch Arribalzaga, 1891	2 sous-genres	266 espèces	Région afrotropicale, orientale, asiatique
Sabethini	<i>Isostomyia</i> Coquillett, 1906		4 espèces	Région néotropicale
	<i>Johnbelkinia</i> Zavortink, 1979		3 espèces	Région néotropicale
	<i>Limatus</i> Theobald, 1901		8 espèces	Région néotropicale
	<i>Malaya</i> Leicester, 1908 (ex genre <i>Harpagomyia</i>)		12 espèces	Régions afrotropicale, orientale, australasienne

	<i>Maorigoeldia</i> Edwards		1 espèce	Nouvelle Zélande
	<i>Onirion</i> Harbach & Peyton, 2000, issu du genre <i>Wyeomyia</i> Theobald		7 espèces	Région néotropicale
	<i>Runchomyia</i> Theobald		7 espèces	Région néotropicale
	<i>Sabethes</i> Robineau- Desvoidy, 1827	5 sous-genres	38 espèces	Région néotropicale
	<i>Shannoniana</i> Lane & Cerqueira		3 espèces	Région néotropicale
	<i>Topomyia</i> Leicester, 1908	2 sous-genres	58 espèces	Région orientale, australasienne
	<i>Trichoprosopon</i> Theobald, 1901		13 espèces	Région néotropicale
	<i>Tripteroïdes</i> Giles, 1904	5 sous-genres	122 espèces	Régions orientale, australasienne
	<i>Wyeomyia</i> Theobald	15 sous-genres	140 espèces	Région néotropicale principalement, Nouveau Monde

1.2. MORPHOLOGIE DES CULICIDAE

Les Culicidae sont des insectes à métamorphose complète (Holométaboles) de sorte que les trois stades de développement (larve, nymphe et adulte) ont des morphologies différentes, adaptées à leurs modes de vie : aquatique pour les stades pré-imaginaux et aérien pour le stade imaginal (adulte) (Carnevale et Robert, 2009).

1.2.1. Œuf

Selon les espèces, les moustiques femelles pondent dans les différents milieux aquatiques ou sur le sol humide environ 30-300 œufs. Au moment de la ponte, les œufs de couleur blanchâtre brunissent rapidement (Brumpt, 1949), par oxydation de certains composants chimiques de la thèque quand ils sont au contact de l'eau ou de l'air (Sinégre, 1974). Les œufs peuvent être pondus isolément (*Stegomyia*, *Anopheles*, *Orthopodomyia*) ou en masse ayant la forme d'une nacelle (*Culex*, *Culiseta*) (Brumpt, 1949) (figure 1).

Les œufs sont des petits corps elliptiques, fusiformes, renflés avec un exochorion dure, lisse ou finement guillochée. Les œufs peuvent porter des expansions latérales (*Anopheles*, *Orthopodomyia*) ou apicales (*Culex*) servant de flotteurs et mesurent environ 0,5 mm (Rodhain et Pertez, 1985).

Selon l'espèce et la période de l'année, l'éclosion de l'œuf peut se produire après quelques heures, ou être retardée de plusieurs mois. Parfois, certains œufs de moustiques peuvent résister à une période de sécheresse de trois à cinq ans (Afolabi et al., 2013), comme c'est le cas des *Aedes*.



a. Œufs d'*Aedes* (Institut Pasteur)



b. Œufs de *Culex pipiens* (Berchi, 2000)



c. Œufs d'*Anopheles* (*Anopheles gambiae*) (Berchi, 2000)

Figure 1 : Aspect général des œufs de Culicidae.

1.2.2. Larve

Les larves de moustiques se distinguent des autres insectes aquatiques par l'absence de pattes (apodes) et la présence d'un thorax en forme de bulbe qui est à la fois plus large que la tête et l'abdomen (Harbach, 2007).

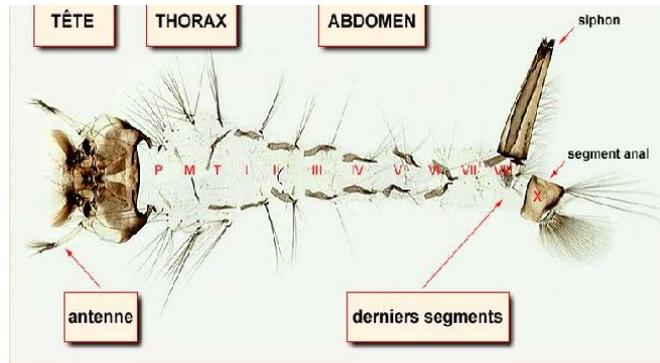
Ces larves ont une tête bien développée, portant une paire d'yeux composés, une paire de mandibules armées de dents sur leur bord distal, formant avec le mentum l'appareil masticateur et une paire d'antennes, variables dans leurs aspects suivant les groupes, mais portant toujours des soies caractéristiques, parfois des spicules (Rhodain et Perez, 1985).

Le nombre, la forme, la taille et la disposition des diverses soies céphaliques et antennaires fournissent des renseignements pour l'identification de l'espèce.

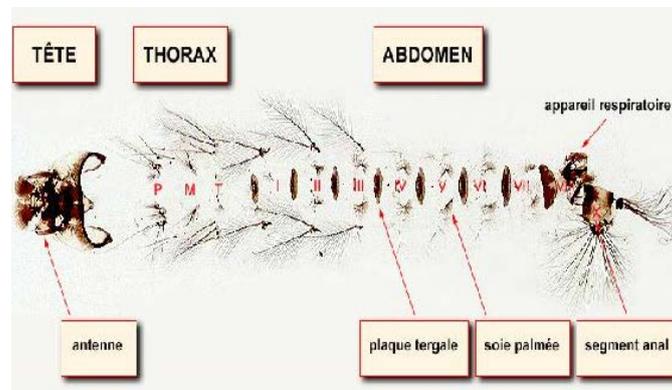
Le thorax est arrondi dans ses grandes lignes et a divers poils simples et ramifiés qui sont généralement longs et remarquables (Figure 2).

L'abdomen est composé de neuf segments individualisés. Les sept premiers se ressemblent entre eux. Sur le 8^{ème} segment, s'insère un appareil du plus haut intérêt taxonomique, le peigne (constitué par un ensemble d'épines ou d'écailles, variables dans leur forme et leur nombre) et un siphon respiratoire (pour la sous-famille des Culicinae) (figure 2.a). A l'extrémité du siphon s'ouvrent les deux orifices stigmatiques ou spiracles (Rioux, 1958) qui leur permet d'obtenir l'oxygène de l'air et vivent dans des environnements avec une mauvaise qualité de l'eau (Chippis et *al.*, 2006 in Mereta et *al.*, 2012). Comme la plupart d'autres groupes d'organismes ne peuvent pas faire face à de faibles niveaux d'oxygène, les Culicidae sont libérés de la pression concurrentielle dans les habitats pauvres en oxygène, ce qui augmente leur probabilité d'occurrence (Mereta et *al.*, 2012). Les larves d'*Anopheles* sont dépourvues de siphon respiratoire (figure 2.b). Le neuvième segment ou segment anal est rejeté ventralement et porte toujours une plaque chitineuse dorsale qui peut l'entourer complètement ou pas ; c'est la selle. À son angle dorso-apical le segment porte deux paires de soies caudales et à l'angle ventro-apical une série de touffes de soies qui constituent la brosse ventrale. Ces touffes ont une base fortement chitinisée dont l'ensemble constitue l'aire barrée. Enfin à la partie postérieure du segment il y a deux paires de sacs allongés ou papilles anales. (Callot et Helluy, 1958 ; Rodhain et Perez, 1985 ; Becker et *al.*, 2003 ; Ramos et Brunhes, 2004).

Leur systématique emploie la disposition et la nature des soies, les proportions du siphon et les caractères de la plage d'épines à la base du siphon (Moreau, 1971).



a. Larve Culicinae



b. Larve d'Anophelinae.

Figure 2 : Morphologie générale d'une larve de Culicidae (Brunhes et *al.*, 1999).

1.2.3. Nymph

Elle est en forme de virgule. La tête et le thorax sont combinés pour former le céphalothorax, sur lequel s'insèrent deux trompettes respiratoires. L'abdomen est composé de huit segments visibles où chacun d'eux porte des soies caractéristiques. Une soie palmé se trouve généralement au niveau de premier segment, cependant, le dernier segment est muni de deux palettes natatoires transparentes souvent ornées de denticules et de soies (Hegh, 1921 ; Rodhain et Perez, 1985 ; Seguy, 1951 ; Aron et Grasse, 1966 ; Grasse et *al.*, 1970 ; Beaumont et Cassier, 1983) (Figure 3).

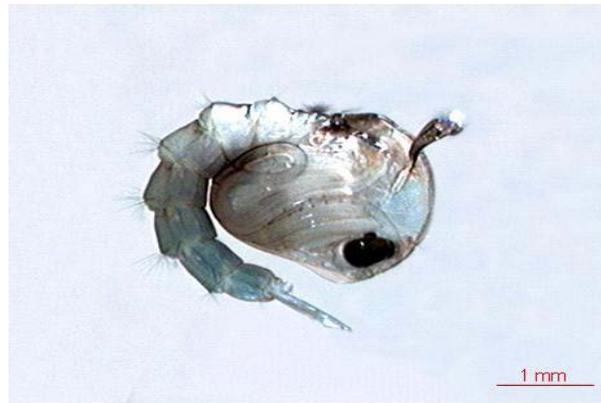


Figure 3 : Aspect général d'une nymphe de culicinae (Berchi, 2000)

1.2.4. Adulte

L'adulte se distingue facilement des autres familles de Nématocères, notamment par les écailles dont leur corps est recouvert et par la trompe (ouproboscis) très allongé (Harbach, 2007). Les adultes sont des insectes minces et relativement petits, qui mesurent habituellement environ 3-6 mm de longueur. Certaines espèces peuvent cependant être aussi petites que 2 mm tandis que d'autres peuvent être aussi longues que 19 mm. Le corps est nettement divisé en une tête, le thorax et l'abdomen (Figure 4).

La tête a une paire visible d'yeux composés en forme d'haricot. Entre les yeux se pose une paire d'antennes filamenteuses et segmentée (longues et fines à multiples articles (6 à 40 articles)). Justes en dessous de l'antenne, les femelles possèdent de longues pièces buccales en forme de trompe rigide vulnérantes du type piqueur-suceur (Rodhain et Perez, 1985). Chez les

mâles, les deux paires de stylets mandibulaires et maxillaires sont réduites ou manquantes, ce qui les rend incapables de piquer (Séguy, 1923 ; Callot et Helluy, 1958 ; Becker et *al.*, 2003).

Le thorax est assez globuleux et renflé à sa partie dorsale, le thorax comporte trois segments soudés, le pro, le méso et le métathorax. Sur chacun de ces segments, s'insère une paire de pattes longues, minces et couverts d'écailles. En outre, le mésothorax, très développé, porte un paire de stigmates ou spiracles, un prolongement postérieur et dorsal qui est le scutellum et une seule paire d'ailes fonctionnelles, les ailes antérieures. Les ailes postérieures sont représentées par une paire de petits haltères. Les ailes sont longues et relativement étroites. Le nombre et la disposition des nervures des ailes sont pratiquement le même pour toutes les espèces de moustiques (Rodhain et Perez, 1985).

L'abdomen est composé de dix segments. Les trois derniers sont modifiés pour les fonctions reproductrices. Chez le mâle, l'armature génitale très développée se compose de trois paires de prolongements : une paire de coxite sur lesquels s'articulent les styles ; une paire de pièces médianes, les paramètres naissant à la base des coxites ; une paire de prolongements ventraux appelés lobes latéraux et enfin, soudés à la partie interne de ces derniers, deux lames membraneuses, les lamelles sous-médianes entre lesquelles s'ouvre l'anus. Chez la femelle, les segments génitaux de formation très simple, n'ont guère de valeur taxonomique.

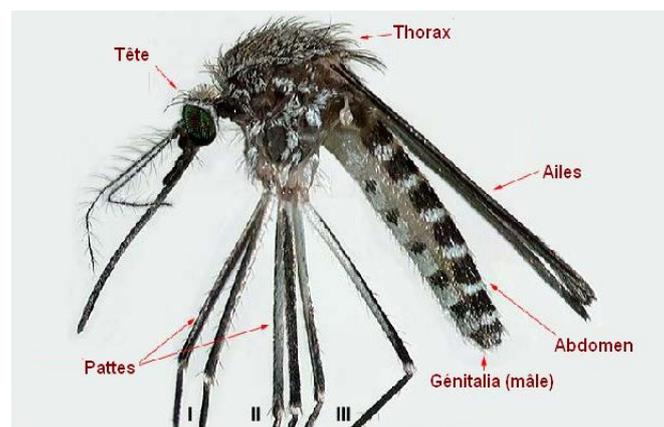


Figure 4 : Aspect général d'une adulte de Culicidae (Brunhes, 1999)

1.3. BIOÉCOLOGIE DES CULICIDAE

1.3.1. Bioécologie larvaire

1.3.1.1. Biologie larvaire

Les larves de moustiques sont aquatiques, très mobiles, se tenant allongés, obliquement ou horizontalement dans l'eau ou à la surface (Seguy, 1951). Elles n'ont pas de pattes, mais peuvent nager rapidement par des poussées latérales du corps. Elles respirent l'air atmosphérique, mais elles absorbent également l'oxygène dissous dans l'eau, soit par la peau au cours des premières étapes de leur formation, soit par les branchies (Seguy, 1951). Les larves des moustiques mangent continuellement, même la nuit. Elles recherchent leur nourriture au fond de l'eau (Seguy, 1951). Elles s'alimentent de microparticules en suspension dans l'eau. La plupart des larves d'Aédines deviennent zoophages à la troisième mue si la nourriture manque. Elles peuvent alors se dévorer entre elles (Seguy, 1951). Dans les pays tropicaux, le développement larvaire, qui est le temps de l'éclosion de l'œuf à la nymphose, peut être aussi court de 5-7 jours, mais de nombreuses espèces exigeront environ 7-14 jours. Dans les régions tempérées la période larvaire peut durer plusieurs semaines ou mois, et plusieurs espèces hivernent sous forme de larves.

1.3.1.2 Ecologie larvaire

1.3.1.2.1 Gîtes larvaires

D'après Guillaumot (2006) cité par Aissaoui (2014), la femelle moustique après son repas sanguin pond des œufs (50 à 400) dans un gîte adéquat au développement de ses larves. Ce gîte larvaire doit être une eau stagnante ou au courant très lent, mais elle peut être douce ou salée, claire ou boueuse, propre ou chargée en matière organique. Il peut être également ombragé ou en plein soleil, permanent ou temporaire et peu profond.

Les types de gîtes sont extrêmement variés. Leurs caractéristiques dépendent d'une part de leur situation (dépressions du sol, petits récipients naturel ou artificiels, creux de rocher) d'autre part des facteurs écologiques qui donnent à l'eau d'un gîte ses propriétés particulières (Rickenbach).

Les *Anopheles*, vecteurs du paludisme, préfèrent vivre dans la végétation ombragée (Afolabi *et al.*, 2013), les oueds et les mares herbeuses. Cependant, elles sont absentes des eaux polluées (canaux d'eaux usées) (El Ouali Lalami *et al.*, 2010a). Les *Aedes*, vecteurs du chikungunya et de la dengue ont une préférence pour les récipients en plastique, les citernes

de ciment, les pneus et les pots de fleurs exposés à l'extérieur. Les *Culex*, vecteurs de la filariose et encéphalite japonaise, préfèrent vivre dans des canaux d'égouts, des fossés, étables, de rizières et de drainage à ciel ouvert système dans des habitats de plein air (Afolabi et al., 2013).

1.3.1.2.2. Influence des facteurs biotiques et abiotique sur le développement larvaire

Les moustiques cherchent toutes sortes d'habitats aquatiques pour pondre des œufs. Les caractéristiques des habitats d'eau sont les facteurs importants pour déterminer si un moustique peut survivre et terminer avec succès les étapes de développement (Doby et Mouchet, 1957 in Berchi, 2000 ; Nikookar et al., 2015). Ces caractéristiques sont des éléments biotiques (les espèces présentes, leurs relations et leurs diversités) et des facteurs abiotiques (climat, composition chimique de l'eau, nourriture...) (Doby et Mouchet, 1957 in Berchi, 2000).

Les paramètres physico-chimiques jouent un rôle primordial, car ils interviennent non seulement dans la biologie de chaque espèce mais aussi dans la dynamique de la biocénose toute entière (Barbault, 1983 in Aissaoui, 2014). Par exemple, l'augmentation de la température d'un milieu aquatique conduit à la diminution de la solubilité d'oxygène et par conséquent l'augmentation de la demande en oxygène des espèces aquatiques (Harch-Rass et al., 2012). Divers facteurs physiques et chimiques des gîtes larvaires des moustiques contribuent à la sélection des sites de reproduction, tels que la température, pH, l'ammoniac, le nitrate, le sulfate, le phosphate et l'oxygène dissous (Oyewole et al., 2009 ; Bhaskar Rao et al., 2011). Ces paramètres physico-chimiques varient d'une espèce à l'autre. Par exemple, un pH de 7,4 a été jugée convenable pour les moustiques *Aedes* (Adebote et al., 2006 ; Afolabi et al., 2010). De même, Okogun et al. (2005) ont établi que l'eau d'un pH proche de la neutralité de 6,8 à 7,2 est optimale pour l'affaiblissement des coquilles d'œufs. Service (1993) et Adebote et al. (2006) ont suggéré que le pH inférieur à 5,0 et légèrement supérieur à 7,4 produits un effet létal sur les espèces de moustiques (Afolabi et al., 2013).

La nature des sols, leur pente, le régime des pluies, le courant, la température et donc l'altitude, la salinité de l'eau, la présence de prédateurs et la végétation naturelle ou l'agriculture rendent les gîtes larvaires plus ou moins propices aux espèces vectrices et conditionnent leur reproduction dans un écosystème donné (Pages et al., 2007). Parmi les prédateurs on peut citer certains poissons introduits (*Gambusia sp*, *Lebistes sp*) ou indigènes (*Gobius sp*, *Tilapia sp*, *Haplochilus sp*) et des insectes (nymphe d'odonates, Corixidae).

Certains organismes parasites s'attaquent également aux larves (les nématodes et les champignons) (Rickenbach).

La végétation aquatique qui sert de nourriture ou d'abris aux divers animaux, peut également influencer les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (Ramade, 1984).

En général, la nature du gîte influence grandement la distribution des espèces de Culicidae. La nature du gîte larvaire favorise la présence de l'une ou l'autre espèce selon que l'eau du gîte soit stagnante ou courante, dépourvu ou riche en végétation, pollué ou non.

1.3.2. Bioécologie des adultes

Les moustiques ont une vie aérienne au stade adulte (Pages et al., 2007). Les femelles de nombreuses espèces se nourrissent du sang des animaux vivants, mais d'autres qui sont normalement hématophages peuvent produire une première ponte sans prendre le repas sanguin (*Coquillettidia richiardii*, *Culex pipiens*, *Uranotaenia unguiculata*, etc.), elles sont dites autogènes et utilisent les réserves énergétiques accumulées par la larve. Certaines espèces sont nocturnes ou crépusculaires tandis que d'autres sont diurnes (Harbach, 2007). Les moustiques mâles ne sont pas hématophages, ils se nourrissent du nectar des fleurs et d'autres sécrétions naturelles sucrées (Becker et al., 2003). De ce fait ils se déplacent assez peu à partir du gîte dont ils sont issus, et ne pénètrent que rarement dans les habitations. Les mâles sont par conséquent incapables de transmettre des maladies. Les femelles peuvent aussi se nourrir sur les substances sucrées pour obtenir l'énergie nécessaire au vol et à la dispersion.

Le cycle biologique des moustiques se déroule en plusieurs étapes : éclosion, développement larvaire, nymphose, émergence et phase de diapause intervenant à différents stades du développement et ce en fonction des espèces. Cette succession d'étapes ou phénologie, dépend des caractéristiques saisonnières, en particulier des conditions de températures et d'humidité, des précipitations et de la photopériode. Les changements climatiques pourraient entraîner d'importantes modifications biologiques et phénologiques : décalage du pic de population, apparition plus précoce des individus, allongement de la période de reproduction, augmentation du nombre de générations annuelles, levée ou induction de la diapause plus ou moins précoce/tardive, etc (Pradel et al., 2007). Toutes ces modifications peuvent avoir un impact sur la capacité des espèces à transmettre des agents pathogènes (Pradel et al., 2007). Les adultes mâles et femelles émergent de l'eau entre avril et septembre et vivent en moyenne 6 à 8 semaines. L'accouplement (unique) a lieu peu de temps après l'émergence, lors d'un vol en essaim. Cet essaim est formé par les mâles, et les femelles

viennent y choisir un partenaire sexuel. Une femelle peut pondre 3- 4 fois en moyenne dans la saison. La femelle du genre *Culex* passe l'hiver dans les abris hors-gel. Les œufs sont pondus sur le sol inondable (genre *Aedes*), lorsqu'ils résistent au froid et à la sécheresse, ou directement sur l'eau, en nacelles (genre *Culex*), ou munis de flotteurs (genre *Anopheles*) (Rioux, 1958).

1.4. INTERET MEDICAL ET VETERINAIRE

Les moustiques constituent la plus importante famille de vecteurs d'agents pathogènes (Pages et *al.*, 2007). Ils représentent un groupe d'insectes qui transmettent de nombreux agents pathogènes responsables de graves problèmes de santé publique. Les agents pathogènes véhiculés par les moustiques sont responsables du paludisme, de la filariose et de la fièvre jaune. Ces maladies touchent des centaines de millions de personnes chaque année, ce qui provoque d'immenses souffrances et entrave le développement. Par exemple, la mortalité due au paludisme a culminé à 1,82 million en 2004 et à 1,24 million en 2010 (714.000 enfants de <5 ans et 524.000 individus \geq 5 ans) et plus de 80% de la mortalité due au paludisme surviennent en Afrique sub-saharienne (Murray et *al.*, 2010 ; OMS, 2011 in Afolabi et *al.*, 2013). Seuls les moustiques du genre *Anopheles* assurent la transmission du paludisme. Parmi les nombreuses espèces d'*Anopheles*, seule une cinquantaine joue actuellement un rôle dans la transmission et vingt assurant l'essentiel de la transmission dans le monde (Pages et *al.*, 2007).

Les moustiques sont aussi responsables d'autres maladies telles que l'encéphalite japonaise (Yasuoka et *al.*, 2007 in Nasirian, 2014) et la fièvre du Rift Valley. Ces dernières constituent une menace majeure pour la santé publique dans certains pays asiatiques, dont la République islamique d'Iran (Nasirian et *al.*, 2014).

En Asie du Sud, *Aedes albopictus* (Skuse) a été incriminé comme vecteur secondaire de la dengue et *Ae. aegypti* (Linn.) comme le principal vecteur de virus de la dengue (Jumali et *al.*, 1979 in Kadhem et *al.*, 2014). Certaines espèces du genre *Culex* sont impliquées dans la transmission de diverses maladies à arbovirus et filaires pour les êtres humains et des animaux domestiques et / ou sont importants pour leur nuisance dans différentes parties du monde (Cranston et *al.*, 1987 in Kadhem et *al.*, 2014). L'espèce *Cx. pipiens* a une importance dans le transfert de virus qui causent la fièvre de la dengue (Abu Hab, 1979 in Kadhem et *al.*, 2014).

La Filariose est un problème de santé publique en Afrique, en particulier dans la savane du nord et dans les régions côtières du sud-ouest de l'Afrique (Dunyo et *al.*, 1996 in Afolabi et

al., 2013). La transmission de la fièvre jaune est sous contrôle dans de nombreuses parties de l'Afrique à la suite de la vaccination de masse entreprise dans les pays (Godal et *al.*, 1998 in Afolabi et *al.*, 2013). La filariose de Bancroft affecte plus de 90 millions personnes dans le monde (Inyama et *al.*, 2003 in Olayemi et *al.*, 2010), les épidémies de fièvre jaune ont eu effet débilisant sur les populations humaines (Olaleye et *al.*, 1988 in Olayemi et *al.*, 2010 ; Nasidi et *al.*, 1998 in Olayemi et *al.*, 2010). Au Nigeria, ces maladies constituent le premier problème de santé publique ce qui se répercute sur le développement du pays (Alaba et Alaba, 2009 cité par Olayemi et *al.*, 2010).

Moins de 150 espèces, essentiellement limitées à des genres *Anopheles*, *Aedes* et *Culex*, sont la cause indirecte de plus de morbidité et de mortalité chez les humains que tout autre groupe des organismes (Harbach, 2007).

La maladie du West Nile en Camargue (France), où le virus est transmis depuis les oiseaux, porteurs naturels du germe, aux chevaux, puis à l'homme, par les moustiques (*Culex pipiens*), cause ainsi de grandes pertes d'un point de vu vétérinaire. Cette maladie représente aussi un véritable problème de santé publique. L'Algérie a elle aussi connu un épisode dramatique de cette épidémie en 1996 selon un rapport de l'institut pasteur où le virus a été identifié suite à des atteintes humaines (Belayadi, 2009).

De nombreuses espèces outre leur rôle vecteur, peuvent néanmoins être gênantes à cause des piqûres douloureuses et constituent de ce fait un problème de nuisance.

CHAPITRE 2 : PRESENTATION GENERALE DES ZONES D'ETUDES « SEBKHET EZZEMOUL ET CHOTT TINSILT »

2.1. DONNEES GEOGRAPHIQUES

- **Sebkhet Ezzemoul**

Sebkhet Ezzemoul est un lac salé avec un important encroûtement de sel, situé au nord-est de l'Algérie [35°53'14" N 06°30'20"E] à Oum-El-Bouaghi dans la commune Ouled Zouaï (figure 5) avec une superficie de 6765 ha et une profondeur maximale estimée à 0.40 m. La partie orientale du site est utilisée pour l'extraction du sel. Ce lac fait partie des zones humides des hautes plaines de la région constantinoise. Il est adjacent à un autre lac salé, classé sur la liste Ramsar, Chott Tinsilt. (Moali et Remichi, 2009).

- **Chott Tinsilt**

Le Chott Tinsilt est situé dans le Nord-Est algérien (Latitude 35°53'14''N longitude 6°28'44'' Est) à 05 km de la Commune de Souk-Naâmane et 17 Km au Sud de la ville d' Aïn-M'lila (Wilaya d'Oum El Bouaghi) à proximité de la route Nationale n°3 (Boumezbeur et Khalfallah, 2005) (Figure 5). Sur le plan administratif, il fait partie de la daïra de Souk Naamane et de la commune d'Ouled Zouai (Yahyaoui et *al.*, 2005 in Mokrani, 2011). La superficie inondable est d'environ 1000 ha, alors que la totalité du site y compris ses abords s'étend sur 3600 ha (Ladjel, 1995). Sa profondeur moyenne est estimée à 0.5 mètre. Le Chott Tinsilt fait partie des zones humides des hautes plaines de la région constantinoise. Il s'étend sur 4 Km de long et 2,5 Km de large (Boumezbeur et Khalfallah, 2005).

2.2. DONNEES HYDROGEOLOGIQUES

- **Sebkhet Ezzemoul**

Le site, formée sur des terrains sédimentaires du quaternaire où prédominent argiles et limons fins, est entourée des Monts de Hanout Kebir s'élevant à 1.100 mètres, de El Gountas à 997 mètres, de Koudiet El Klab à 1.016 mètres, de Tarbent S'ghir à 1.062 mètres et Tarbent à 1.124 mètres, essentiellement constitués de calcaires du Jurassique et de calcaires marneux du Miocène (Moali et Remichi, 2009).

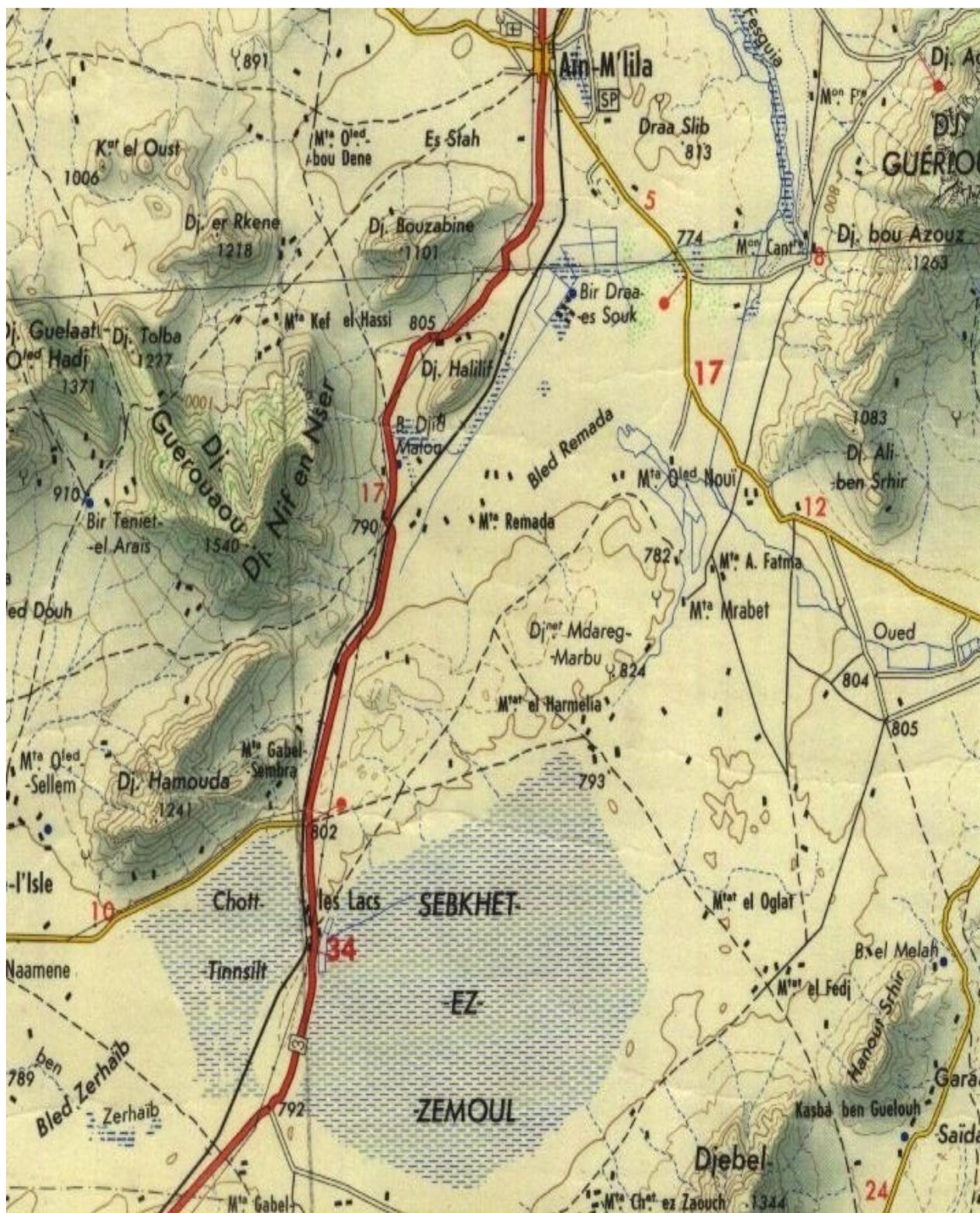


Figure 5: Situation géographique des sites d'étude (Sebkhet Ezzemoul et Chott Tinsilt) (Carte topographique de Constantine Echelle 1/200.000) (Source : INSID).

Le lac est alimenté par les eaux pluviales drainées par un bassin versant de 8900 ha, les eaux des nappes phréatiques et les eaux usées des agglomérations voisines (Ouled Zouaï et Mechtat El Merdja) (Moali et Remichi, 2009).

- **Chott Tinsilt**

Le site se trouve sur la partie Nord de la plaine d'Ouled Zouaï. Les collines qui l'entourent, formées de roches dures résultant de différentes ères géologiques, sont essentiellement constituées de couches de calcaire du Jurassique et de calcaires marneux du Miocène. Le calcaire transporté par les eaux de ruissellement se dépose au niveau de la dépression donnant une couleur assez blanchâtre aux berges du chott (Boumezbeur et Khalfallah, 2005).

Le sol est constitué de terrains sédimentaires du quaternaire où prédominent les argiles et les limons fins assez riches en calcaire (Boumezbeur et Khalfallah, 2005).

Le site est alimenté essentiellement par les eaux pluviales, les crues acheminées par les oueds des monts qui l'entourent, avec un apport important de sédiments, et par les eaux usées de la ville de Souk Naâmane (Boumezbeur et Khalfallah, 2005).

2.3. FLORE ET FAUNE

- **Sebkhet Ezzemoul**

La sebkha est limitée par une prairie à base d'une végétation halophile (Salsolacées, Poacées et Chénopodiacées) et par des terrains agricoles à céréales. (Moali et Remichi, 2009).

Cette sebkha est fréquenté par les ovins, les caprins et les bovins en libre pâture (Moali et Remichi 2009). Cet écosystème aquatique est aussi un lieu de refuge pour de nombreuses espèces d'oiseaux d'eau, dont les principales sont les flamants roses *Phoenicopterus roseus* (7.000-16.000) et les anatidés (5.000-22.000 tadornes de Belon *Tadorna tadorna*, 7.000-21.000 canards souchets *Anas clypeata*, 2.600-17.000 canards pilets *Anas acuta*, 8.000-24.000 canards siffleurs *Anas penelope*) (Saheb, 2003 ; Messaoui et Bersouli, 2004 ; Boulakhssaim *et al.*, 2006a).

- **Chott Tinsilt**

Le chott est composé d'une partie humide et d'une autre habituellement sèche, il est entouré d'une végétation aquatique et d'une prairie couverte par une végétation composée essentiellement de *Salicornia fructicosa* bien individualisée (Boumezbeur et Khalfallah, 2005) de *Salicornia arabica*, *Ruppia maritima* et l'*Atriplex* (Messaoui *et al.*, 2004 in

Mokrani, 2010). Sur la partie Ouest on note la présence d'une végétation plus haute composée de tamaris (*Tamarix sp*) (Boumezbeur et Khalfallah, 2005). Sa faible profondeur, son degré de salinité et ces larges berges offrent un atout majeur à l'installation de diverses espèces des oiseaux en l'occurrence, les Anatidés, les Limicoles et le flamant rose (DGF, 2004).

2.4. DONNEES CLIMATIQUES

Les conditions climatiques jouent un rôle déterminant dans le régime de ces cours d'eaux, en particulier les précipitations qui agissent directement dans l'alimentation pluviale irrégulière du bassin versant. Tout organisme vivant est soumis dans le milieu où il vit aux actions d'agents climatiques qui sont susceptibles d'agir directement sur les êtres vivants au moins durant une phase de leur cycle de développement (Benkhalfate-Elhassar, 1991).

Pour l'étude des caractéristiques climatiques, nous avons pris en considération les données météorologiques de la wilaya d'Oum El Bouaghi, pour la période s'étalant de 1990 à 2009.

2.4.1. Température

Tableau 2 : Moyennes mensuelles et annuelles des températures (1990 à 2009).

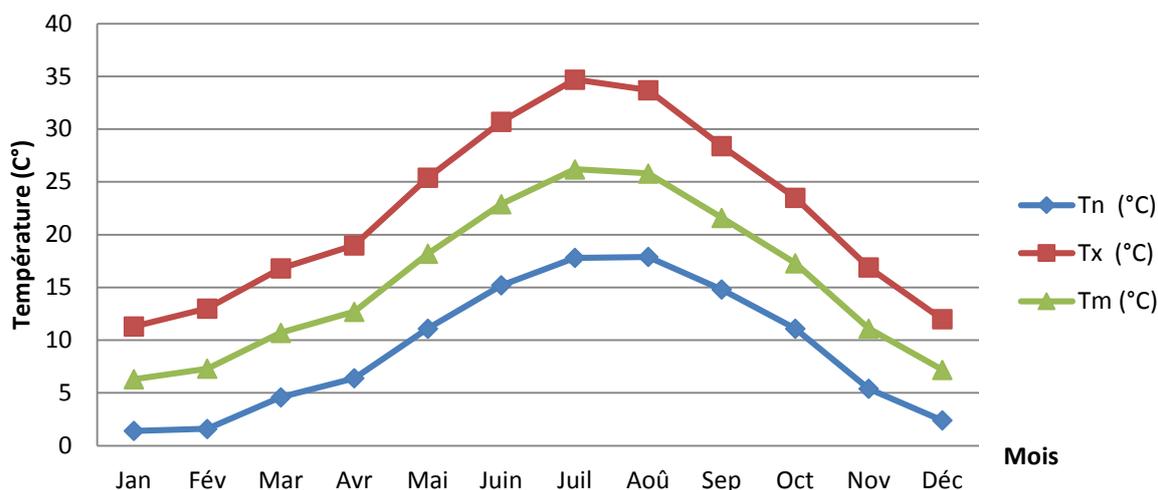
Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy.annuelle
Tn (°C)	1,4	1,6	4,6	6,4	11,1	15,2	17,8	17,9	14,8	11,1	5,4	2,4	9,14
Tx (°C)	11,3	13	16,8	19	25,4	30,7	34,7	33,7	28,4	23,5	16,9	12	22,11
Tm (°C)	5,9	7	10,5	12,6	18,2	23,1	26,5	25,8	21,3	16,9	10,7	6,9	15,45

Tn(C°) : Température minimale **Tx(C°) :** Température maximale **Tm(C°) :** Température moyenne
Source : Station Météo d'Oum El Bouaghi

La moyenne annuelle de la température moyenne durant la période d'étude allant de 1990 à 2009 est de l'ordre de 15,45 C°. Entre le mois de novembre et le mois d'avril, les températures mensuelles moyennes sont généralement en dessous de la moyenne annuelle, par contre pour les mois de mai à octobre une augmentation des températures est relevée atteignent jusqu'à 26,5 C° durant le mois de juillet (Tableau 2 ; Figure 6).

Le mois le plus froid est janvier avec une température moyenne de 5.9°C et le mois le plus chaud est celui de juillet avec une moyenne de 26,5 °C (Tableau 2 ; Figure 6).

La moyenne mensuelle des minima varie entre 1,4 C° pour le mois de janvier et 17,9 C° pour le mois d'aout. La moyenne annuelle des minima est de 9,14 C° (Tableau 2). La moyenne mensuelle des maxima oscille entre 11,3 C° au mois de janvier à 34,7 C° au mois de juillet. La moyenne annuelle des maxima est de 22,11 C° (Tableau 2).



Tn (C°) : Température minimale Tx (C°) : Température maximale Tm (C°) : Température moyenne

Figure 6 : Variations mensuelles des températures minimales, maximales et moyennes (1990-2009)

2.4.2. Précipitation

Tableau 3 : Moyennes mensuelles des précipitations (1990 à 2009)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Total annuel
P (mm)	42	25,1	32,7	36,4	47,9	20,4	11,4	26,2	42,1	24,7	34,6	44,9	388,4
P (%)	10,81	6,46	8,41	9,37	12,33	5,25	2,93	6,74	10,83	6,35	8,9	11,56	100

P (mm) : Précipitation

P (%) : Pourcentage des précipitations

Source : Station Météo d'Oum El Bouaghi

Tableau 4 : Répartition saisonnière des précipitations (1990 à 2009)

Saisons	hiver	printemps	été	automne
P (mm)	112	117	58	101,4
P (%)	28,83	30,12	14,93	26,1

P (mm) : Précipitation

Source : Station Météo d'Oum El Bouaghi

P (%) : Pourcentage des précipitations

Le total annuel des précipitations est de l'ordre de 388,4mm (Tableau 3) et se répartit sur les quatre saisons avec 117 mm au printemps, 112 mm en hiver, 101,4 mm en automne et 58 mm en été. D'après ces données le régime pluviométrique de la région est du type P.H.A.E (Printemps, Hiver, Automne, Eté) (Tableau 4 ; Figure 8).

La saison la plus pluvieuse est le printemps (mars, avril et mai) avec 117 mm soit 30,12 %. Par contre, la période estivale (été) est caractérisée par une pluviométrie remarquablement faible qui s'étend sur 3 mois (juin, juillet et août) avec 58 mm soit 14,93 %. La précipitation maximale est observée durant le mois de mai, avec une valeur de 47,9 mm et minimale durant le mois de juillet avec une valeur de 11,4 mm (Tableau 3 ; Figure 7).

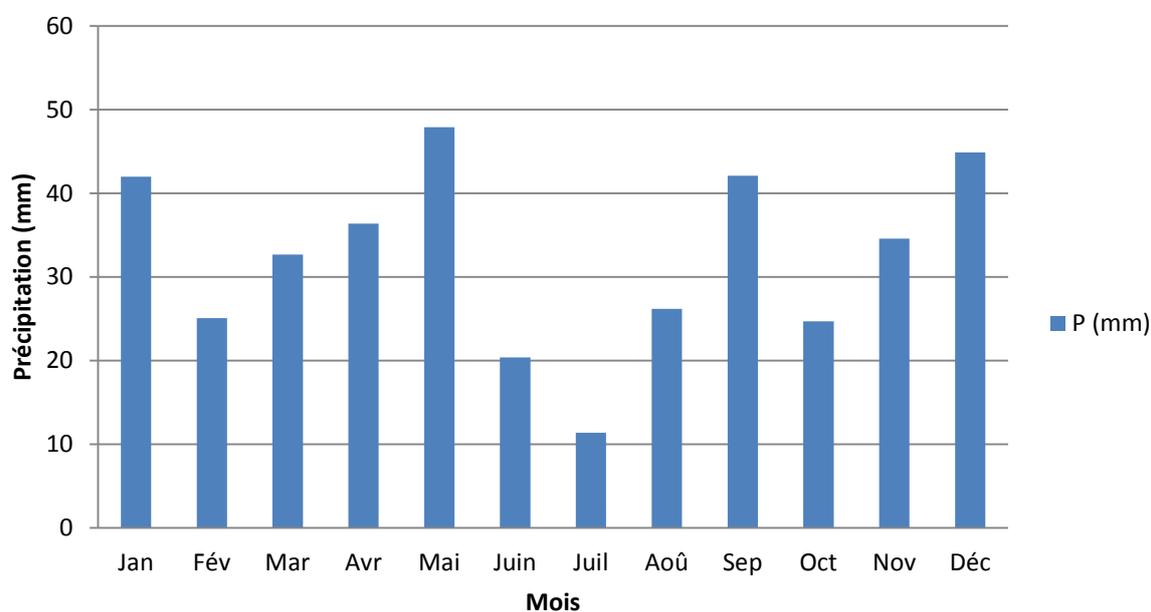


Figure 7 : Moyennes mensuelles des précipitations (Station d'Oum El Bouaghi) (1990-2009).

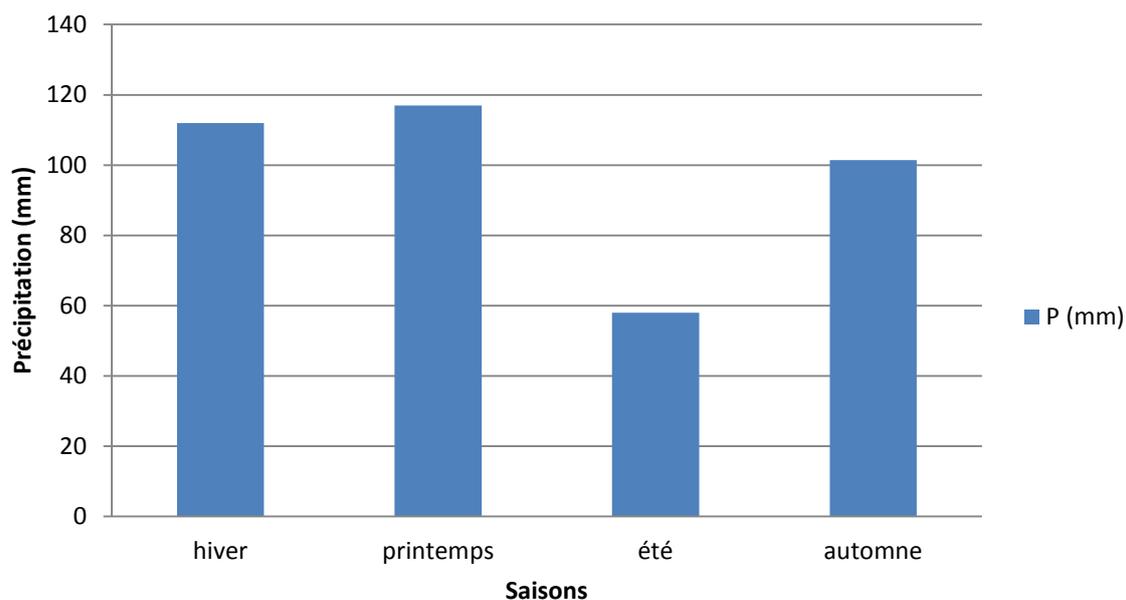


Figure 8: Répartition saisonnière des précipitations (Station d'Oum El Bouaghi) (1990-2009).

Tableau 5 : Précipitations mensuelles enregistrées pour l'année 2009-2010

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
P (mm)	87,4	20,1	3,6	19,3	28,0	15,7	42,6	67,3	55,5	37,0	-	10,0

P (mm) : Précipitation **Source :** Station Météo d'Oum El Bouaghi

La précipitation maximale est observée durant le mois de septembre avec une valeur de 87,4 mm et minimale durant le mois de novembre avec une valeur de 3,6 mm (Tableau 5 ; Figure 9).

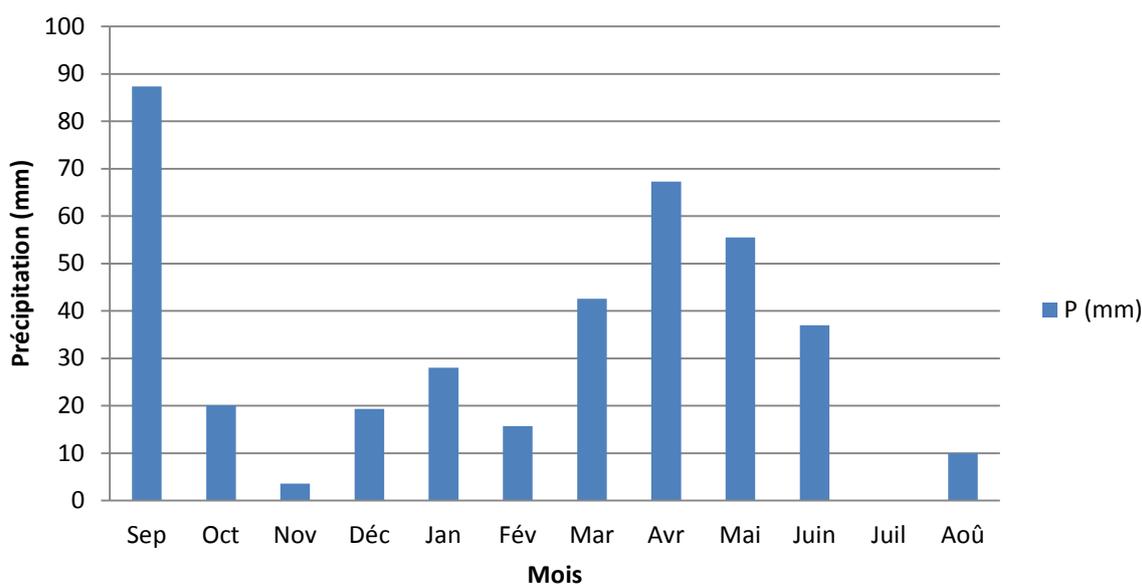


Figure 9: Précipitations mensuelles enregistrées pour l'année 2009-2010.

2.4.3. Vent

Tableau 6: Moyennes mensuelles et annuelles de la vitesse du vent en (m/s) (1993-2010).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
Vitesse du vent (m/s)	1,35	1,53	1,61	1,87	1,71	1,94	2,05	1,98	2,04	1,93	2,21	2,38	1,9

Source : Station Météo d'Oum El Bouaghi in Lalaouna et Khelifia, 2015

La vitesse moyenne annuelle du vent enregistrée est de 1.9 m/s, avec une vitesse minimale de 1.98 m/s pendant le mois d'août, et une maximale qui atteint 2.38 m/s pendant le mois de décembre.

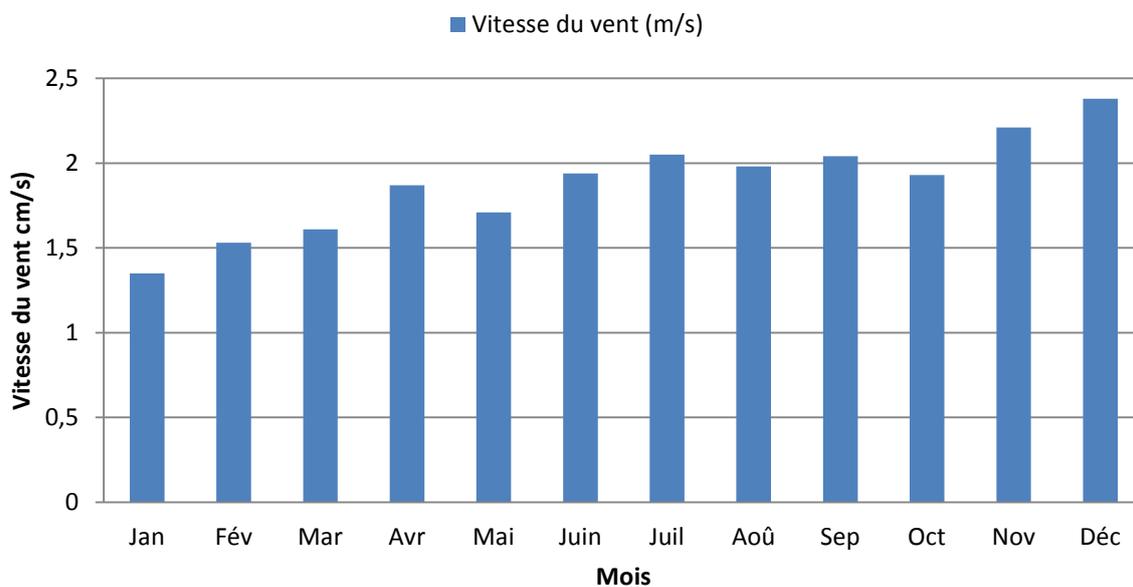


Figure 10: Moyenne mensuelle de la vitesse du vent en (m/s) (1993-2010).

2.4.3. Gelée

Tableau 7 : Moyennes mensuelle de nombre jours de gelée (1990-2009).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Tot
Gelée	12	8	4	1	0	0	0	0	0	0	2	9	36

Source : Station Météo d'Oum El Bouaghi

Le nombre de jours de gelée est de 36 par an. Les gelées sont concentrées durant les mois les plus froids autrement dit de novembre à mars (Tableau 7 ; Figure 11).

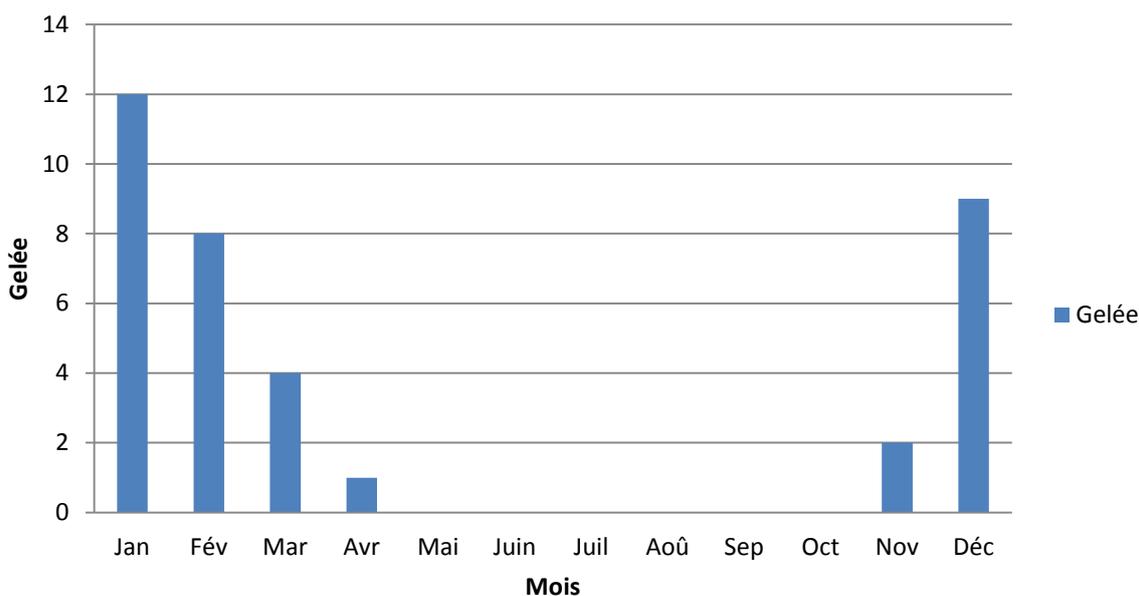


Figure 11: Moyennes mensuelles de jours de gelée (1990-2009).

2.4.4. Neige

La neige a un effet bénéfique sur la végétation, elle permet une bonne infiltration de l'eau dans le sol (Gouga, 2014).

Tableau 8: Moyennes mensuelles de nombre de jours de neige (1995-2010)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Tot
Neige	2,69	2,27	0,82	0,38	0,15	0	0	0	0,17	0,08	0,21	1,23	8

Source : Station Météo d'Oum El Bouaghi in Lalaouna et Kheliafia, 2015

La neige tombe en moyenne 8 jours par an, elle est essentiellement concentrée durant les mois d'hiver (Tableau 8 ; Figure 12).

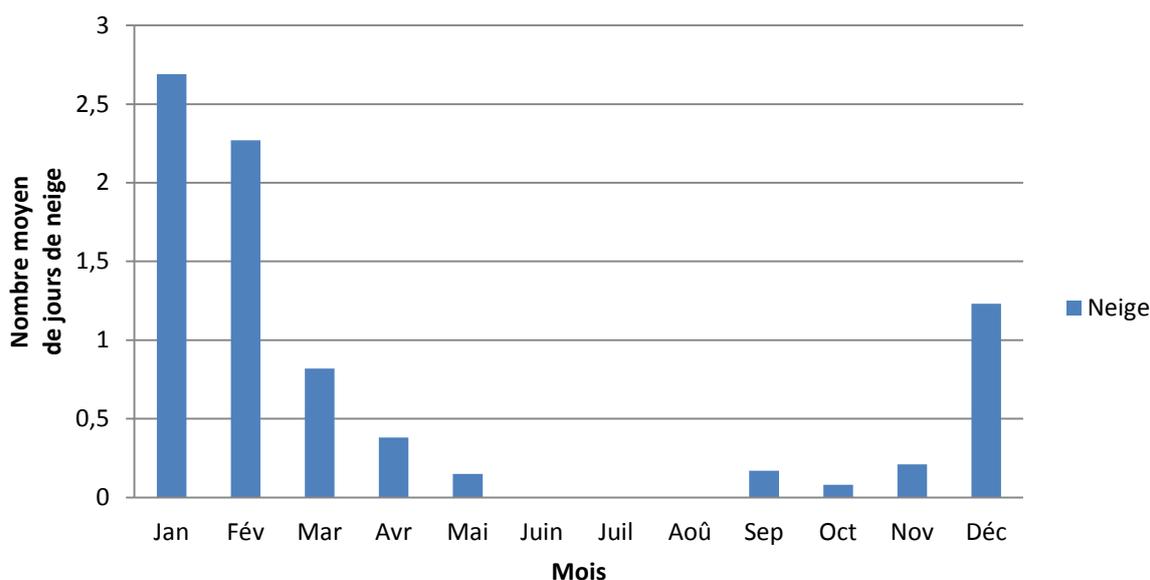


Figure 12: Moyennes mensuelles de jours de neige (1995-2010).

2.5. ANALYSE CLIMATIQUE

2.5.1. Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls

Il s'agit de la représentation de deux courbes relatives à deux paramètres climatiques principaux qui sont la précipitation et la température. Selon Dajoz (1975), une période sèche est une période pendant laquelle les précipitations totales du mois exprimées en millimètres sont inférieures ou égales aux doubles de la température des mêmes mois exprimés en degrés Celsius ($P \leq \text{double de la température}$).

Le diagramme ombrothermique de Gaussen établi pour la région d'étude permet de déterminer deux périodes, l'une sèche, elle s'étend du mois de mai jusqu'au mois de septembre et l'autre qui est humide, elle s'étale du mois d'octobre jusqu'au mois de mai. En effet, le diagramme ombrothermique permet de préciser les périodes sèches et humides (Dajoz, 1985) (Figure 13).

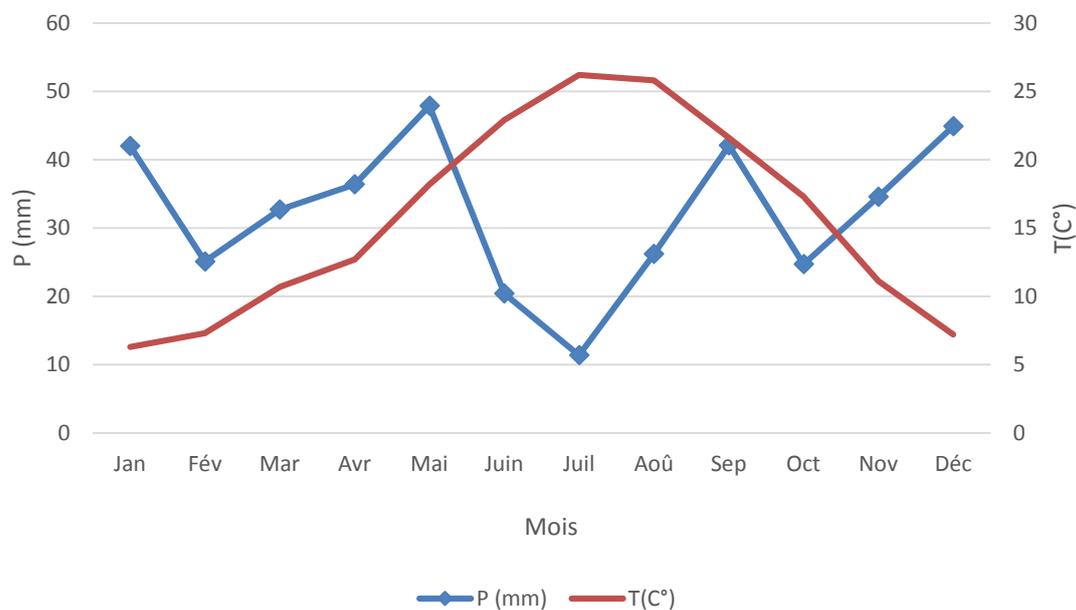


Figure 13 : Diagramme Ombrothermique de Gaussen de la région d'Oum El Bouaghi (1990-2009).

2.5.2. Climagramme d'Emberger

Le quotient pluviométrique d'Emberger (Q) permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une région méditerranéenne et de la situer dans le climagramme d'Emberger. Ainsi nous avons calculé le quotient pluviométrique d'Emberger à l'aide de la formule suivante (Dajoz, 1975) :

$$Q_2 = 3.43 \times \frac{P}{M-m}$$

Q_2 : quotient pluviométrique d'Emberger.

P : moyenne des précipitations annuelles en mm.

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud en degré Celsius.

m : moyenne des minima du mois le plus froid en degré Celsius.

La valeur calculée du quotient d'Emberger pour la période allant de 1990 à 2009 est de l'ordre de **40,01**. Cela signifie que la région d'Oum El Bouaghi est classée dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais (Figure 14).

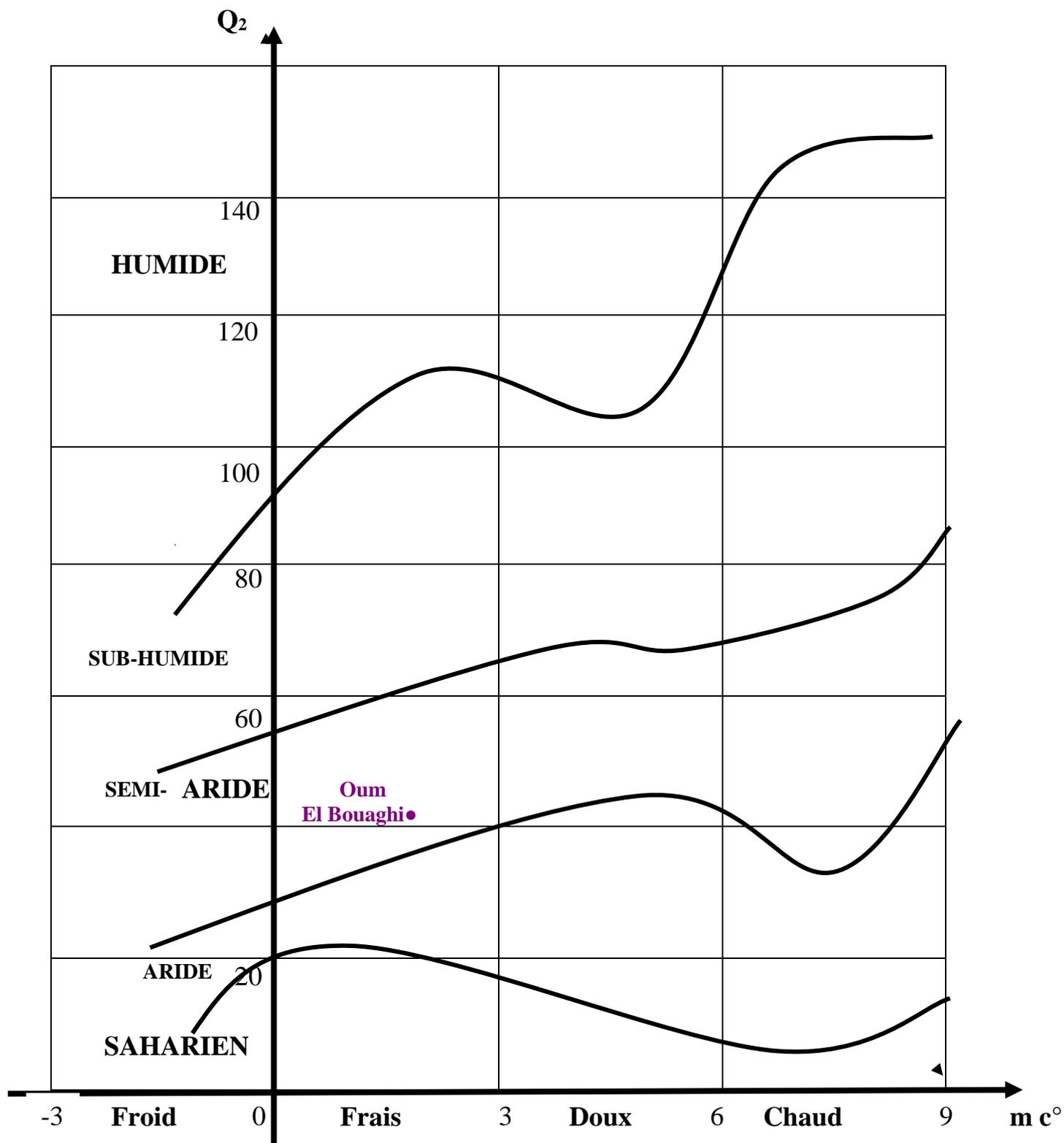


Figure 14: Situation bioclimatique de la région d'Oum El Bouaghi dans le climagramme d'EMBERGER (1990 - 2009)

CHAPITRE 3 : MATERIEL ET METHODES

3.1. CHOIX DES SITES D'ETUDE

La présente étude menée sur les Culicidae des deux principales zones humides des hauts plateaux du Sud-Constantinois : Sebkhet Ezzemoul et Chott Tinsilt, constitue l'une des rares études traitant la biodiversité de ce complexe de zones humides.

L'étude réalisée, nous a permis de recenser une centaine de gîtes potentiels. En fonction de la localisation de ces gîtes et leur importance internationale, nous avons choisi 07 sites (Sebkhet Ezzemoul, Chott Tinsilt, Garaât El Taref, Garaât Guellif, Garaât Annk Djemel, Garaât Merghsel et Chott Timerganine) (Tableau 9, Figure 15). Ces zones humides, encore mal connues, sont dans leurs majorités très salines et difficilement accessibles. Mais les conditions défavorables rencontrées durant nos prospections et le manque des matériels et réactifs nous ont obligés à réduire le nombre de ces sites en deux sites qui sont **Sebkhet Ezzemoul** et **Chott Tinsilt** (Figure 16). Ces deux sites sont situés sur le territoire de la wilaya d'Oum El bouaghi, Daira de Souk Naâmane commune d'Ouled Zouai. Ils font partie des hautes plaines sud constantinoises de l'Est algérien. Elles ont été choisies comme sites d'études en raison de leur salinité, leur richesse floristique et faunistique et leur voisinage des sources de pollution (eaux usées provenant du village de Souk-Naâmane).

Au niveau de ces deux sites, six stations (gîtes) ont été choisies repartis comme suit : trois stations pour le site Sebkhet Ezzemoul et trois stations pour le site Chott Tinsilt (Figure 17). Le choix des points d'échantillonnage a été fait suivant l'objectif de l'étude et repose sur leur accessibilité. Les spécimens ont été récoltés dans six stations, situées à la périphérie des deux sites Sebkhet Ezzemoul et Chott Tinsilt

- **Sebkhet Ezzemoul**

Station 1 : c'est une mare herbeuse avec peu d'algues, en plein soleil, à fond sableux de plusieurs mètres de longueur et de profondeur moyenne. Cette mare se trouve à coté d'un puits inondé.

Station 2 : c'est un marais herbeux, encombrée d'algues, aéré, ensoleillé et plein de retenues (blocs, pneus, bouteilles, récipients, sachets et pièces lourdes, etc.), de 15 m de longueur, 9 m de largeur.

Station 3 : ce gîte est situé dans le même lieu que le gîte précédent et présente les mêmes caractéristiques, sauf pour la dimension du gîte dont la longueur est de 12 m, la largeur de 6m.

- **Chott Tinsilt**

Pour le site Chott Tinsilt, trois points (stations 1, 2 et 3) ont été choisis et prospectés périodiquement sur la bordure, 100 mètres les séparaient (Figure 17).

Tableau 9 : Les principales zones humides des hauts plateaux constantinois (Mokrani, 2011).

Les zones humides (sites)	Superficie (ha)	Coordonnées géographiques	Commune	Classement dans la liste RAMSAR
Garâet Taref	33000	35°41'11" Nord 07°08'00" Est	Ain Zitoun	Classé
Garâet Guellif	24000	35°46'31" Nord 06°59'10" Est	Ain Zitoun	Classé
Garâet Ank Djemel	18140	35°47'00" Nord 06°51'00" Est	Bouhrara Essaoudi	Classé
Garâet El Maghsel	1000	35°49'40" Nord 06°46'06" Est	Bouhrara Essaoudi	Classé
Chott Tinsilt	2154	35°53'14" Nord 06°28'44" Est	Ouled Zouai	Classé
Sebkhet Ezzemoul	7000	35°53.14' Nord 06°30'20" Est	El Harmelia+ Ouled Zouai	A l'Etude
Sebkhet Boulhilet	570	-	Bouhrara Essaoudi	A l'Etude
Chott Timerganine	700	35°34.655' Nord 6°58.275' Est	Ain Zitoun	A l'Etude
Garâet Ouglat Touila	150	-	Ain Zitoun	Non classé
Chott El Maleh	100	-	Ain Zitoun	Non classé
Garâet Azzahar	50	-	Ain Zitoun	Non classé
Sebkhet Djendli	3700	35°42'00" Nord 6°31.55' Est	Chemorah	Non classé

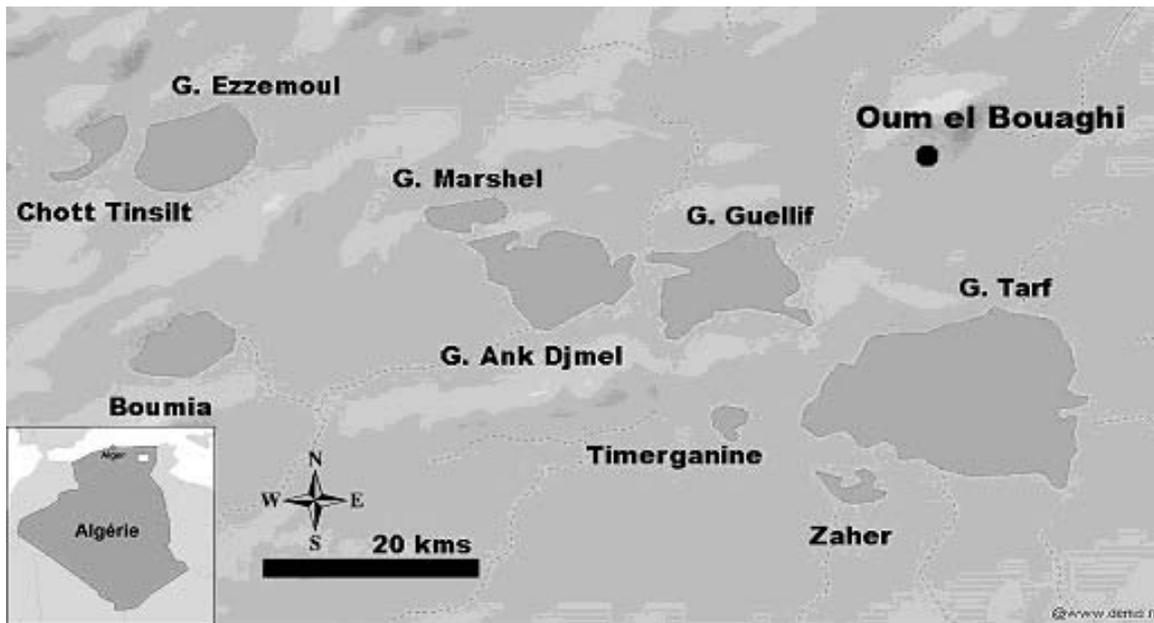
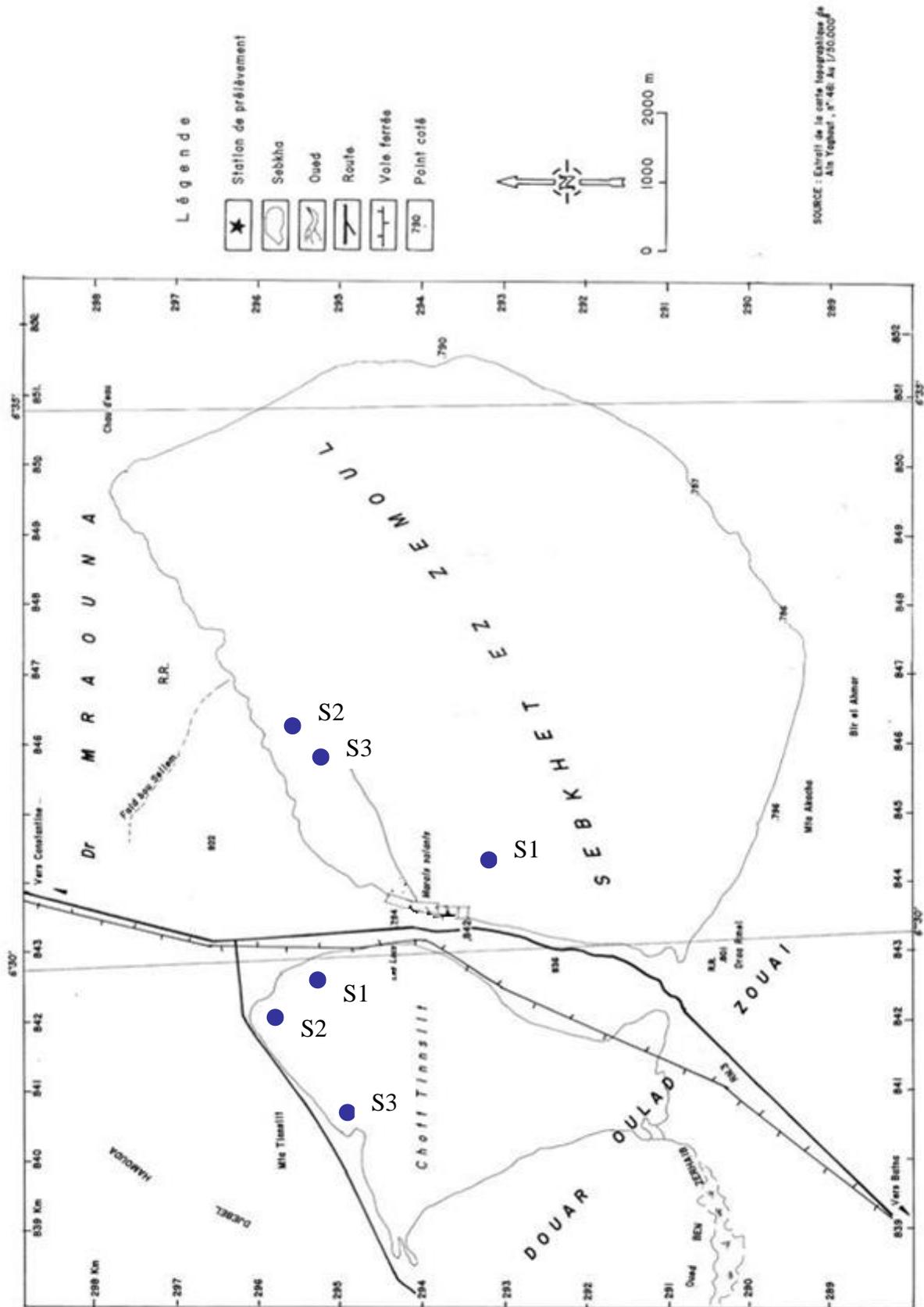


Figure 15 : Complexe des chotts des hauts plateaux du Constantinois (Béchet et Samraoui, 2010).



Figure 16 : Photo satellitaire des deux sites d'étude (Sebkhet Ezzemoul et Chott Tinsilt) prise par Europa Technologie en 2007 (Google earth.com) (in Kharroub, 2007)



3.2. PRELEVEMENT DES CULICIDAE

3.2.1. Technique d'échantillonnage

La récolte des larves a été réalisée par la méthode du dipping (Rioux et *al.* 1965 ; Subra 1971 ; Croset et *al.*, 1976 ; Service, 1976). Cette méthode consiste à plonger, en plusieurs endroits du gîte larvaire, un récipient de capacité connue (1 litre) en prenant en considération l'abondance des larves des culicidés dans ces endroits et tout en faisant attention à ce que le milieu ne soit pas perturbé. Par cette méthode, nous avons réalisé une série de prélèvements, puis calculé le nombre moyen (n) de larves par prélèvement. Ce nombre est une estimation de la densité larvaire moyenne par litre.

Dans les sites d'étude, le suivi de la faune et de la flore rencontrée a été réalisé grâce à une série de prélèvements (Avril 2008-Mars 2010) avec une interruption lors de l'assèchement de ces sites. Ces lacs ont connu plusieurs assèchements majeurs.

3.2.2. Technique d'identification

Les larves prélevées sont conservées dans des tubes étiquetés et organisées par gîtes contenant de l'alcool éthylique à 70 %, puis elles sont mises dans l'hydroxyde de potassium (KOH) à 10 % pendant 12 à 24 heures pour leur éclaircissement. Cette étape est suivie par le rinçage à l'eau distillée (03 bains de 2 à 5 minutes chacun) ensuite par le passage dans l'alcool à concentration croissante (70 %, 90 % et 100 %) de 15 minutes pour chaque concentration afin d'éliminer l'eau contenue dans l'échantillon. Les larves sont ensuite placées pendant 1 heure au moins dans le créosote de hêtre. Le montage se fait entre lame et lamelle dans une goutte de baume du Canada.

Les larves comptées sont identifiées jusqu' à l'espèce. Néanmoins, lorsque les larves sont aux stades I ou II, l'identification ne peut être précise, nous avons alors recours à la mise en élevage pour atteindre le dernier stade (IV).

Pour la détermination des spécimens, nous avons utilisé les clés d'identification des larves proposées par Rioux (1958). La confirmation est faite grâce au logiciel d'identification des Culicidae de l'Afrique méditerranéenne (Brunhes et *al.*, 1999).

3.3. PHYSICO-CHIMIE DE L'EAU

Pour mieux appréhender l'écologie des larves de culicidae, les échantillons d'eaux prélevés des gîtes larvaires ont l'objet d'analyses physicochimiques ; les paramètres retenus au nombre de 15 sont les suivants : la température, le pH, la conductivité électrique, le bilan ionique composé de cations (Calcium, Magnésium, Potassium et Sodium) et d'anions (Bicarbonates, Chlorures et Sulfates), l'azote ammoniacal, les nitrates, les nitrites, les orthophosphates et les matières en suspension. La température, le pH et la conductivité électrique ont été mesurés in situ, immédiatement après le prélèvement de l'échantillon à l'aide d'un thermomètre gradué au 1/10^{ème} de degré pour la température et d'un multimètre (Multiline P4) muni des sondes pour les mesures du pH et de la conductivité électrique.

Les échantillons d'eau ont été prélevés dans des bouteilles et transportés dans une glacière à une température avoisinant les 4°C. Pour le dosage des azotes, nous avons rajouté 40 ml/l de HgCl₂ à nos échantillons. Les mesures des cations, anions, orthophosphates et des matières en suspension ont été réalisées par dosage volumétrique ou dosage spectroscopique, selon les méthodes d'analyse proposées par Rodier (1984). Ces dosages ont été effectués dans le laboratoire de l'Institut National de Recherches Hydrauliques (INRH) à Constantine et le laboratoire de l'Institut National des sols ; d'irrigation et de drainage (INSID) à Oum El Bouaghi. Ces analyses ont été effectuées une fois par mois.

3.4. TRAITEMENT ECOLOGIQUE DES DONNEES

Pour l'exploitation de nos résultats, nous avons utilisé cinq indices écologiques : trois indices écologiques de composition (la richesse spécifique, L'abondance relative et la fréquence d'occurrence) et trois indices écologiques de structure (Indice de Shanonn-Weaver, l'équitabilité et l'Indice de concentration et uniformité).

3.4.1. Indices écologiques de composition

3.4.1.1. Richesse spécifique totale (S)

La richesse spécifique est le nombre d'espèces que comporte un peuplement considéré dans un écosystème donné (Ramade, 1984). Donc S est le nombre des espèces obtenu à partir du nombre total des relevés.

3.4.1.2. Richesse spécifique moyenne (S_m)

La richesse moyenne est le nombre moyen d'espèces observées dans le biotope échantillonné (Ramade, 1984). Elle est calculée par le rapport entre le nombre total d'espèces recensées lors de chaque relevée sur le nombre total de relevés réalisés (Blondel (1979).

$$S_m = \sum_{i=1}^R n_i / N$$

n_i : nombre d'espèces du relevé i .

N : nombre de relevés

3.4.1.3. Abondance relative

C'est le pourcentage d'individus d'une espèce par rapport au nombre total des individus (Dajoz, 1975). Elle est calculée par la formule suivante :

$$F\% = n_i \times 100 / N$$

n_i : nombre d'individus d'une espèce i .

N : nombre total d'individus

3.4.1.4. Fréquence d'occurrence

C'est un rapport exprimé en pourcentage $C\% = p_i \times 100 / P$ dans lequel p_i est le nombre de relevé contenant l'espèce étudiée et P est le nombre total des relevés effectués (Dajoz, 1982).

En fonction de la valeur de C on distingue :

Des espèces constantes (C est compris entre 75% à 100%)

Des espèces régulières (C est compris entre 50% à 75%)

Des espèces accessoires (C est compris entre 25% à 50%)

Des espèces accidentelles (C est compris entre 5 % à 25%)

3.4.2. Indices écologiques de structure

3.4.2.1. Indice de diversité de SHANNON

La diversité est difficile à mesurer. On peut l'évaluer en déterminant simplement le nombre d'espèces présentes. Une meilleure estimation consiste à calculer un indice de diversité qui tient compte à la fois du nombre d'espèces et de l'abondance numérique de chacune.

Nous avons utilisé dans l'interprétation de nos résultats l'indice de diversité de Shannon. Il permet de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu et d'observer son évolution au cours du temps (Blondel, 1975). Il est calculé selon la formule suivante (Dajoz, 1975 ; Ramade, 1984) :

$$H' = -\sum p_i \log_2 p_i \quad \text{où } p_i = n_i / N$$

H' : l'indice de diversité de Shannon Weaver est exprimé en unité bits.

p_i : la fréquence relative de l'espèce prise en considération.

log₂: le logarithme népérien à base 2

n_i : nombre d'individus d'une espèce.

N : nombre total des individus

Lorsque tous les individus appartiennent à la même espèce $H' = 0$.

Un indice de diversité élevé correspond à des conditions de milieu favorables permettant l'installation de nombreuses espèces, chacune étant représentée par un petit nombre d'individus (Bigot et Bodot, 1973 in Boulaknafet, 2007 ; Dajoz, 1975).

Un indice de diversité faible traduit des conditions de vie défavorables, le milieu étant pourvu de peu d'espèces, mais chacune d'elles ayant en général de nombreux individus (Dajoz, 1975).

3.4.2.2. Equitabilité

L'équitabilité est définie par le rapport de la diversité calculée **H'** à la diversité maximale (**H'_{max}**) (Blondel, 1975). Elle mesure le degré d'équilibre et de complexité d'un peuplement par l'écart de H_i par rapport à $H'' \text{ Max}$ (Benyacoub, 1993).

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

S : le nombre d'espèces

Cet indice varie de zéro à un. Elle est voisine de 0 lorsque les fréquences des espèces sont divergentes au maximum et proches de 1 lorsque toutes les espèces sont également nombreuses (Dajoz, 1975 ; Ramade, 1984).

Une équitabilité peu élevée peut être la conséquence d'une longue évolution d'une communauté dans un milieu stable (Dajoz, 1975).

3.4.2.3. Indice de concentration et uniformité

Nous utiliserons l'indice de LEGENDRE et LEGENDRE qui est donné par la formule suivante :

$$C = \sum (n_i / N)^2 = \sum p_i^2$$

n_i : nombre d'individus d'une espèce

N : nombre total d'individus

Cet indice donne la probabilité qu'un second individu tiré d'une population serait de la même espèce que le premier.

A partir de cette formule Green Berg (1956) propose une autre formule, comme mesure de la diversité spécifique

$$D = 1 - C$$

C : concentration

D et C varient entre 0 et 1

3.5. TRAITEMENT STATISTIQUE DES DONNEES

Concernant le traitement statistique, nous avons utilisé l'analyse en composante Principale (ACP) et l'analyse de la variance (ANOVA) (à un et à deux facteurs). Quand l'hypothèse H_0 de cette dernière est rejetée, le test LSD de Fisher est utilisé pour créer les groupes homogènes.

L'objectif de l'ACP est de représenter sous forme graphique l'essentiel de l'information contenue dans un tableau de données quantitatives. Dans un tableau de données à j variables, les individus se trouvent dans un espace à j dimensions.

Le rôle de l'ACP est de trouver des espaces de dimensions plus petites minimisant ces déformations (Bouchier, 2010).

Pour le traitement des données par ACP, nous avons utilisé 15 variables (température d'eau, pH, conductivité électrique, calcium, magnésium, potassium, sodium, bicarbonates,

chlorures, sulfates, ammonium, nitrates, nitrites, orthophosphates et matières en suspension) et un nombre d'individus variable selon le site d'échantillonnage.

L'ajoute des densités préimaginées des espèces récoltées en tant que variables supplémentaires permet d'étudier les relations entre ces espèces et les caractéristiques physicochimiques de ces gites.

Le traitement statistique des données est réalisé à l'aide de logiciels XLSTAT 2006.

CHAPITRE 4 : RESULTATS

4.1. INVENTAIRE DES CULICIDAE

- **Sebkhet Ezzemoul**

L'inventaire systématique des culicidés récoltés à Sebkhet Ezzemoul, dans les différentes stations prospectées, a révélé après identification la présence de sept espèces appartenant à deux sous-familles : Anophelinae et Culicinae (Tableau 10).

La sous-famille des Culicinae apparaît la plus riche en espèces, elle est répartie entre deux genres : *Aedes* et *Culiseta*. Ainsi, le genre *Aedes* renferme cinq espèces (*Aedes (Ochlerotatus) dorsalis* Meigen, 1830, *Aedes (Ochlerotatus) detritus* Haliday 1833, *Aedes (Ochlerotatus) caspius* Pallas 1771, *Aedes (Ochlerotatus) mariaae* (Sergent et Sergent 1903), *Aedes vexans* Meigen 1830). Le genre *Culiseta* comporte une seule espèce, à savoir : *Culiseta longiareolata* Macquart 1838.

La sous-famille des Anophelinae est représentée par un seul genre, *Anopheles* avec l'espèce *Anopheles sergenti* Theobald 1907.

Tableau 10 : Liste des espèces de Culicidae récoltées au niveau du site Sebkhet Ezzemoul.

Sous- famille	Genre	Espèces
Culicinae	<i>Aedes</i>	<i>Aedes (Ochlerotatus) dorsalis</i> Meigen, 1830
		<i>Aedes (Ochlerotatus) detritus</i> Haliday, 1833
		<i>Aedes (Ochlerotatus) caspius</i> Pallas, 1771
		<i>Aedes(Ochlerotatus) mariaae</i> (Sergent et Sergent 1903)
		<i>Aedes vexans</i> Meigen, 1830
	<i>Culiseta</i>	<i>Culiseta longiareolata</i> Macquart, 1838
Anophelinae	<i>Anopheles</i>	<i>Anopheles sergenti</i> Theobald, 1907

- **Chott Tinsilt**

Concernant le Chott Tinsilt, le peuplement Culicidien inventorié se compose de huit espèces appartenant à une seule sous-famille : Culicinae. Ces espèces sont *Aedes (Ochlerotatus) detritus*, *Aedes (Ochlerotatus) dorsalis*, *Aedes (Ochlerotatus) caspius*, *Aedes vexans*, *Culex antennatus*, *Culex pipiens*, *Culex modestus* et *Culex sp.* (Tableau 11).

Tableau 11 : Liste des espèces de Culicidae récoltées au niveau du site Chot Tinsilt.

Sous- famille	Genre	Espèces
Culicinae	<i>Aedes</i>	<i>Aedes (Ochlerotatus) detritus</i> Haliday, 1833
		<i>Aedes(Ochlerotatus) caspius</i> Pallas, 1771
		<i>Aedes (Ochlerotatus) dorsalis</i> Meigen, 1830
		<i>Aedes vexans</i> Meigen, 1830
	<i>Culex</i>	<i>Culex pipiens</i> Linnaeus, 1758
		<i>Culex antennatus</i> Becker, 1903
		<i>Culex modestus</i> Ficalbi, 1889
		<i>Culex sp.</i>

4.2.ANALYSE DES CULICIDAE PAR LES INDICES ECOLOGIQUES

4.2.1. Indices Ecologiques de Composition

4.2.1.1.Richesse spécifique total et moyenne

- **Sebkhet Ezzemoul**

Selon le tableau 12, le plus grand nombre d'espèces par station est enregistré dans les stations 1 et 2 avec une valeur de 6 espèces et à moindre degré dans la station 3 avec 4 espèces.

Les valeurs extrêmes de la richesse spécifique sont notées en mars (5 espèces) et en septembre (4 espèces). Les mois de novembre et février révèlent des richesses relativement faibles avec respectivement 1 et 2 espèces (Tableau13).

Les densités larvaires les plus faibles sont observées en hiver. Tandis que les périodes automnale et printanière sont associées à une importante prolifération de Culicidae, le mois de septembre marque les valeurs maximales avec 111 individus répartis en 4 espèces (Tableau13).

Tableau 12: Richesse spécifique et moyenne des espèces de Culicidae dans les différentes stations prospectées du site Sebkheth Ezzemoul.

Site	Sebkheth Ezzemoul		
Stations	Station 1	Station 2	Station 3
S	6	6	4
S'	0,5	0,5	0,33

S: Richesse spécifique

S': Richesse moyenne

Tableau 13 : Effectifs et richesse spécifique mensuelle de Culicidae dans les différentes stations prospectées du site de Sebkheth Ezzemoul

Sebkheth Ezzemoul														
		Fev 09	Mar 09	Avr 09	Mai 09	Jui 09	Sep 09	Oct 09	Nov 09	Dec 09	Jan 10	Fev 10	Mar 10	N.ind total
Station 1	<i>Ae. dor.</i>	20	4	2	0	0	38	16	0	0	0	17	10	107
	<i>Ae. det.</i>	0	1	13	9	0	4	0	0	0	0	2	0	29
	<i>Ae. cas.</i>	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	<i>Ae. mar.</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Ae. vex.</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	<i>An. ser.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Cs. lon.</i>	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Richesse spécifique (S)		3	4	2	2	0	2	1	0	0	0	2	1	6
Station 2	<i>Ae. dor.</i>	6	1	4	0	0	15	3	0	0	0	1	8	38
	<i>Ae. det.</i>	0	5	12	23	0	7	0	0	0	0	1	2	50
	<i>Ae. cas.</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	<i>Ae. mar.</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
	<i>Ae. vex.</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
	<i>An. ser.</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	<i>Cs. lon.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Richesse spécifique (S)		1	3	3	1	0	4	1	1	0	0	2	2	6

Station 3	<i>Ae. dor.</i>	35	5	28	0	0	35	31	0	0	0	30	28	192	314
	<i>Ae. det.</i>	0	9	37	38	0	8	6	0	0	0	15	2	115	
	<i>Ae. cas.</i>	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
	<i>Ae. mar.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<i>Ae. vex.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<i>An. ser.</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	
	<i>Cs. lon.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Richesse spécifique (S)	1	2	2	2	0	2	3	0	0	0	2	2	4		
N.ind total	68	28	99	83	0	111	59	1	0	0	66	50	565		

Ae.det. : *Aedes detritus*; *Ae.dor.* : *Aedes dorsalis*; *Ae.cas.* : *Aedes caspius*; *Ae.mar.* : *Aedes mariae*; *Ae.vex.* : *Aedes vexans*; *An.ser.* : *Anopheles sergenti*; *Cs.lon.* : *Culiseta longiareolata*

- **Chott Tinsilt**

D'après les résultats du tableau 14, la richesse spécifique au niveau de Chott Tinsilt varie entre 1-8 espèces. La valeur la plus élevée de la richesse spécifique (8 espèces) est enregistrée dans la station 3. En revanche, la richesse spécifique la plus faible est enregistrée dans la station 2 avec une seule espèce.

A Chott Tinsilt, la majorité des espèces récoltées au niveau de ce site sont apparues en mai. Le mois de mai est celui qui voit l'activité culicidienne la plus élevée avec 48 individus capturés. En revanche, à l'exception des mois de février et juin où on n'a rien signalé (0 espèce), le mois de mars étant le plus faible avec seulement 3 individus repartis entre deux espèces (Tableau15).

Tableau 14: Richesse spécifique totale et moyenne des espèces de Culicidae dans les différentes stations prospectées du site Chott Tinsilt.

Site	Chott Tinsilt		
	Station 1	Station 2	Station 3
S	2	1	8
S'	0,4	0,2	1,6

S: Richesse spécifique

S': Richesse moyenne

Tableau 15 : Effectifs et richesse spécifique mensuelle de Culicidae dans les différentes stations prospectées du site Chott Tinsilt

Chott Tinsilt							
	Espèces	Fev 09	Mar 09	Avr 09	Mai 09	Jui 09	N.ind total
Station1	<i>Ae. dor.</i>	0	1	0	0	0	1
	<i>Ae. det.</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Ae.cas.</i>	0	2	0	0	0	2
	<i>Ae.vex.</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Cx.ant.</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Cx.pip.</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Cx.mod.</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Cx. Sp</i>	0	0	0	0	0	0
Richesse spécifique (S)		0	2	0	0	0	2
Station 2	<i>Ae. dor.</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Ae. det.</i>	0	0	4	0	0	4
	<i>Ae.cas.</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Ae.vex.</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Cx.ant.</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Cx.pip.</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Cx.mod.</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Cx. Sp</i>	0	0	0	0	0	0
Richesse spécifique(S)		0	0	1	0	0	1
Station 3	<i>Ae. dor.</i>	0	0	0	2	0	2
	<i>Ae. det</i>	0	0	0	22	0	22
	<i>Ae.cas</i>	0	0	0	10	0	10
	<i>Ae.vex.</i>	0	0	0	2	0	2
	<i>Cx.ant.</i>	0	0	0	1	0	1
	<i>Cx.pip.</i>	0	0	0	9	0	9
	<i>Cx.mod.</i>	0	0	0	1	0	1
	<i>Cx. sp</i>	0	0	0	1	0	1
Richesse spécifique(S)		0	0	0	8	0	8
N.ind total		0	3	4	48	0	55

Ae.det. : *Aedes detritus*; *Ae.dor.* : *Aedes dorsalis*; *Ae.cas.* : *Aedes caspius*; *Ae.vex.* : *Aedes vexans*; *Cx.ant.* : *Culex antennatus*; *Cx.pip.* : *Culex pipiens*; *Cx.mod.* : *Culex modestus*; *Cx.sp.* : *Culex sp.*

4.2.1.2. Abondance relative

- **Sebkhet Ezzemoul**

Le tableau 16 met en évidence les abondances relatives des genres. Il apparaît que le genre *Aedes* est le mieux représenté avec 97,67 % suivi des genres *Culiseta* (1,59%) et *Anopheles* (0,71%) (Figure 18).

Au niveau des trois stations 1, 2 et 3, le genre *Aedes* se situe en première position (94,16%, 98,97% et 99,04%) suivi en deuxième position par le genre *Culex* (5,84%) dans la station 1 et le genre *Anopheles* dans la station 2 (1,03%) et la station 3 (0,95%) (Tableau 16; Figures 19, 20 et 21).

Tableau 16 : Abondance relative des genres récoltés dans les trois stations d'étude à Sebkhet Ezzemoul.

Site	Sebkhet Ezzemoul							
Stations	Station 1		Station 2		Station 3		Total	
Genres	N.ind	F (%)	N.ind	F (%)	N.ind	F (%)	N.ind	F (%)
<i>Aedes</i>	145	94,16	96	98,97	311	99,04	552	97,67
<i>Anopheles</i>	0	0	1	1,03	3	0,95	4	0,71
<i>Culiseta</i>	9	5,84	0	0	0	0	9	1,59
Total	154	100	97	100	314	100	565	100

N.ind : nombre d'individus

F (%): abondance relative

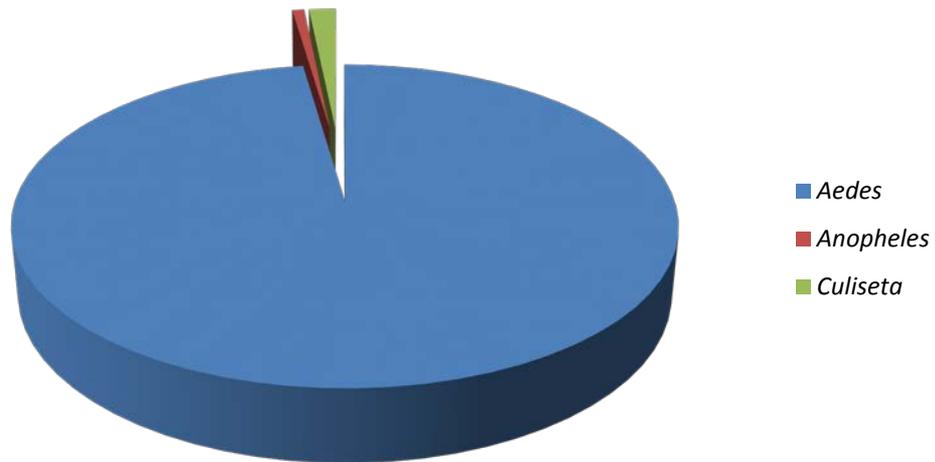


Figure 18: Abondance relative (%) des genres représentés dans les différentes stations prospectées du site Sebkhet Ezzemoul

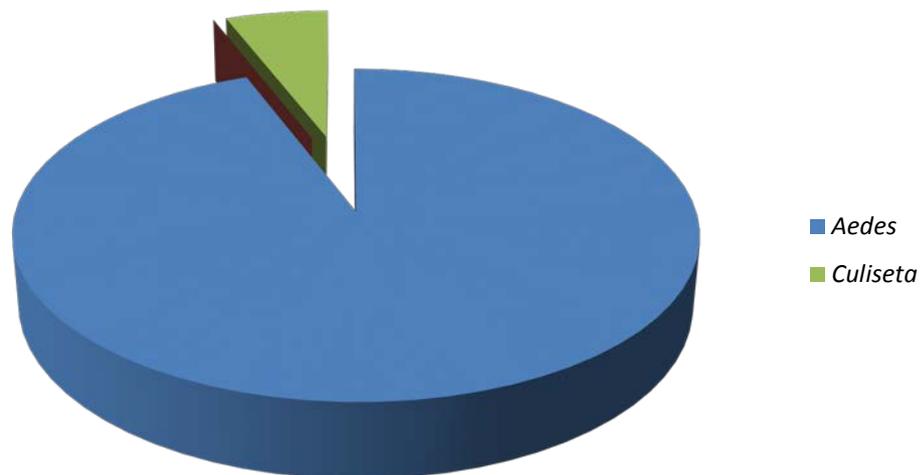


Figure 19: Abondance relative (%) des genres représentés dans la station 1 du site Sebkhet Ezzemoul

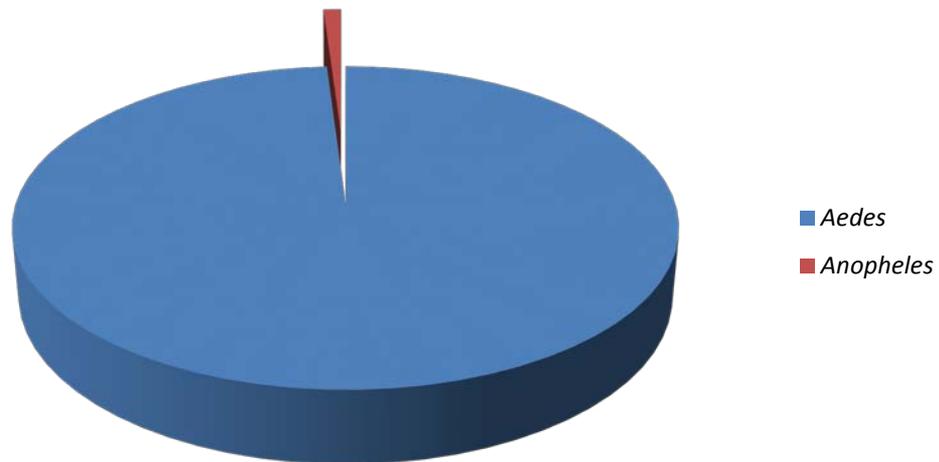


Figure 20: Abondance relative (%) des genres représentés dans la station 2 du site Sebkhet Ezzemoul

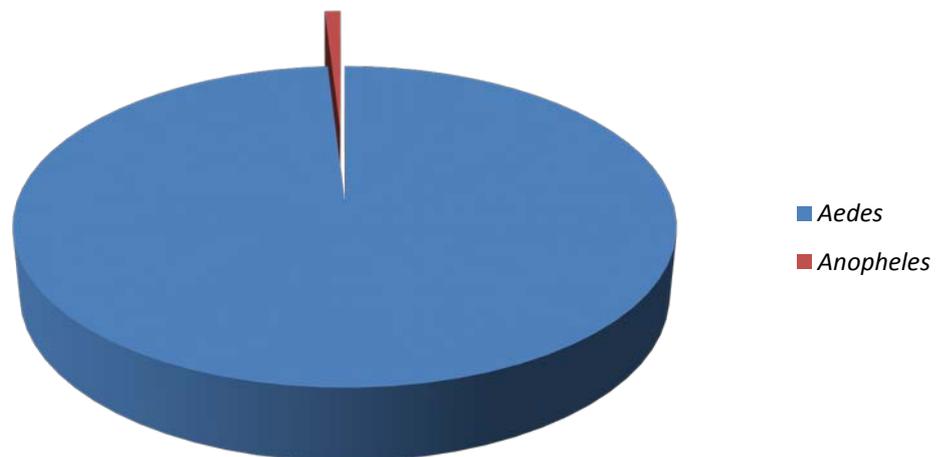


Figure 21: Abondance relative (%) des genres représentés dans la station 3 du site Sebkhet Ezzemoul

L'analyse de l'abondance relative des espèces de Culicidae (Tableau 17) montre que l'espèce *Aedes dorsalis* est relativement très abondante avec un taux de 59,65% suivie de l'espèce *Aedes detritus* 34,34% est largement représentée par rapport à *Aedes caspius* 2,20% et *Culiseta longiareolata* 1,59%. Les espèces *Aedes mariaae* (0,71%), *Aedes vexans* (0,71%) et *Anopheles sergenti* (0,71%) sont faiblement représentées (Figure 22).

Dans la station 1 et la station 3, l'espèce *Aedes dorsalis* est la plus abondante (69,48%, 61,15%) **suivi** par l'espèce *Aedes detritus* (18,83%, 36,62%) (Tableau 17 ; Figures 23, 25). En ce qui concerne les autres espèces, l'abondance relative est comprise entre 0,65% et 5,84% pour la station 1 et entre 0,95% et 1,27% pour la station 3 (Tableau 17 ; Figures 23 et 25). Dans la station 2, l'espèce *Aedes detritus* est la plus abondante (51,55%) suivi par *Aedes dorsalis* (39,17%). Les autres espèces sont faiblement représentés leur abondance varie entre 1,03% et 3,09% (Tableau 17 ; Figure 24)

Tableau 17 : Abondance relative des espèces de Culicidae récoltées dans les trois stations d'étude à Sebkhet Ezzemoul.

Sebkhet Ezzemoul								
Stations	Staion 1		Station 2		Staion 3		Total	
Espèces	N.ind	F (%)	N.ind	F (%)	N.ind	F (%)	N.ind	F (%)
<i>Aedes dorsalis</i>	107	69,48	38	39,17	192	61,15	337	59,65
<i>Aedes detritus</i>	29	18,83	50	51,55	115	36,62	194	34,34
<i>Aedes caspius</i>	6	3,90	3	3,09	4	1,27	13	2,30
<i>Aedes vexans</i>	2	1,30	2	2,06	0	0	4	0,71
<i>Aedes mariaae</i>	1	0,65	3	3,09	0	0	4	0,71
<i>Anopheles sergenti</i>	0	0	1	1,03	3	0,95	4	0,71
<i>Culiseta longiareolata</i>	9	5,84	0	0	0	0	9	1,59
Total	154	100	97	100	314	100	565	100

N.ind : nombre d'individus

F (%) : abondance relative

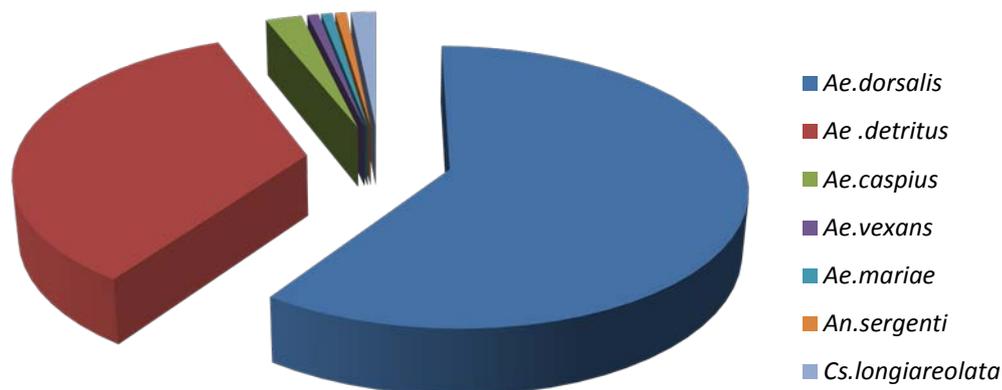


Figure 22: Abondance relative (%) des espèces culicidienne récoltées dans les différentes stations prospectées du site Sebkhet Ezzemoul

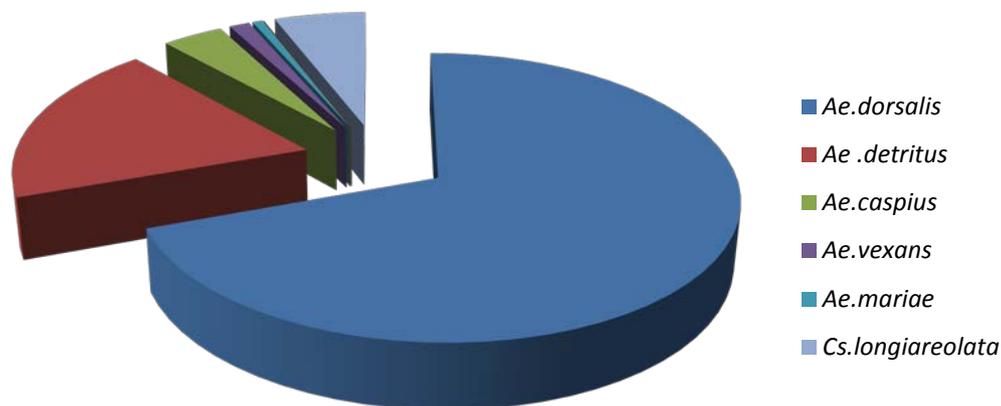


Figure 23: Abondance relative (%) des espèces culicidienne récoltées dans la station 1 du site Sebkhet Ezzemoul.

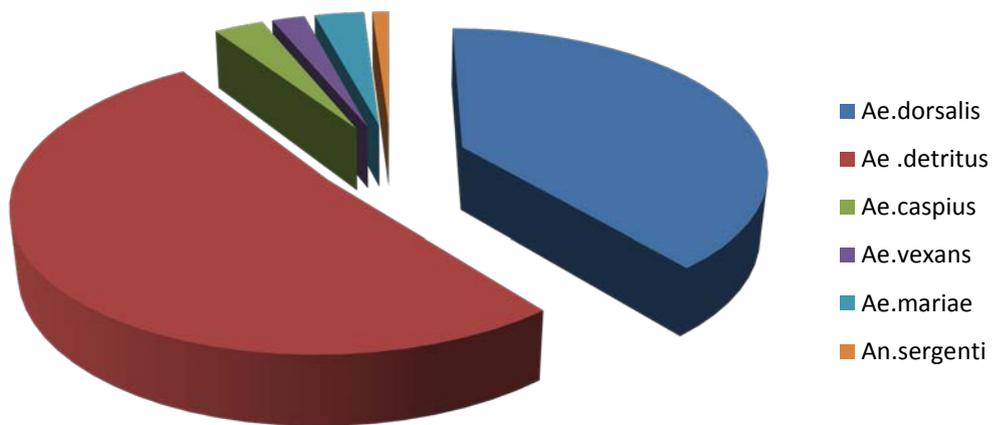


Figure 24: Abondance relative (%) des espèces culicidienne récoltées dans la station 2 du site Sebkhet Ezzemoul.

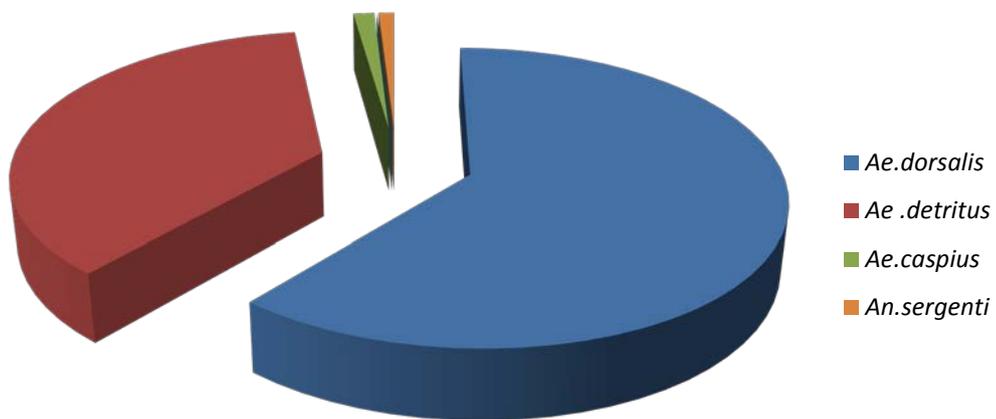


Figure 25: Abondance relative (%) des espèces culicidienne récoltées dans la station 3 du site Sebkhet Ezzemoul

- **Chott Tinsilt**

Le tableau 18 met en évidence les abondances relatives des genres. Il apparaît que le genre *Aedes* est le mieux représenté avec 78,18% suivi du genre *Culex* (21,82%) (Figure 26).

Au niveau des deux stations 1 et 2, on remarque une nette dominance totale du genre *Aedes* (100%). Dans la station 3, le genre *Aedes* est le plus abondant avec un taux de 75% suivi en seconde position le genre *Culex* avec 25% (Figures 27, 28 et 29).

Tableau 18 : Abondance relative des genres récoltés dans les trois stations d'étude à Chott Tinsilt

Site	Chott Tinsilt							
Stations	Station 1		Station 2		Station 3		Total	
Genres	N.ind	F (%)	N.ind	F (%)	N.ind	F (%)	N.ind	F (%)
<i>Aedes</i>	3	100	4	100	36	75	43	78,18
<i>Culex</i>	0	0	0	0	12	25	12	21,82
Total	3	100	4	100	48	100	55	100

N.ind : nombre d'individus

F (%) : abondance relative

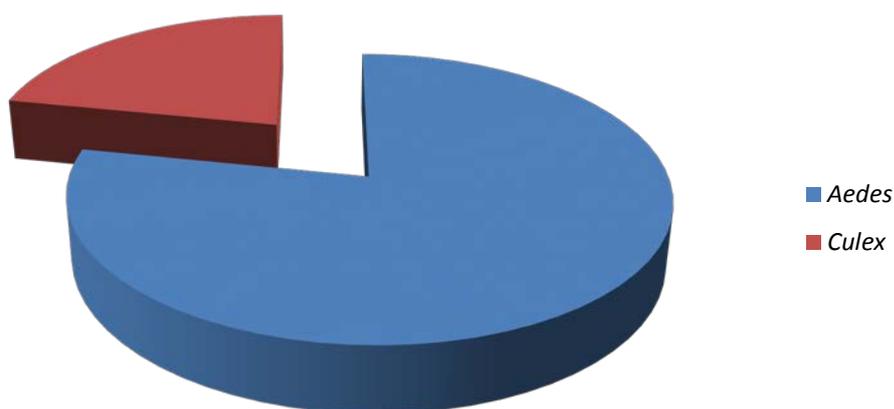


Figure 26 : Abondance relative (%) des genres représentés dans les différentes stations prospectées du site Chott Tinsilt.

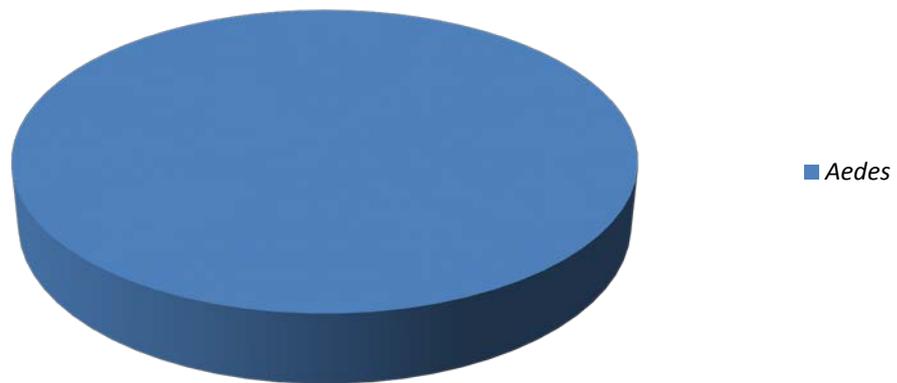


Figure 27: Abondance relative (%) des genres représentés dans la station 1 du site Chott Tinsilt

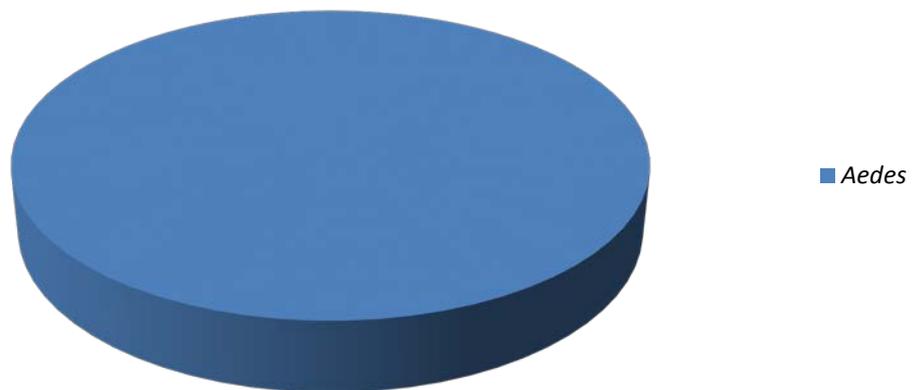


Figure 28: Abondance relative (%) des genres représentés dans la station 2 du site Chott Tinsilt.

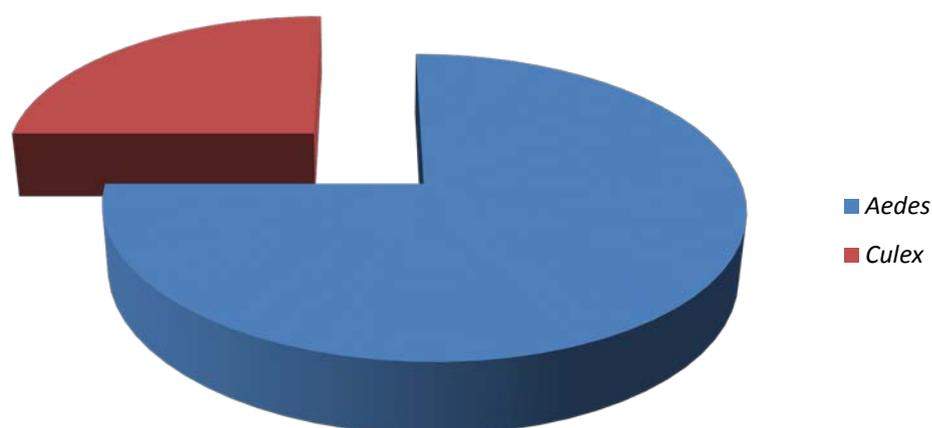


Figure 29: Abondance relative (%) des genres représentés dans la station 3 du site Chott Tinsilt.

Si nous analysons les résultats du tableau 19 nous constatons que l'espèce *Aedes detritus* est la plus abondante. En effet, elle est représentée par 26 larves soit un taux de 47,27 % suivi par *Aedes caspius* (21,82%) puis *Culex pipiens* avec 16,36% (Figure 30).

En ce qui concerne les autres espèces, l'abondance relative est comprise entre 1,82 % et 5,45%. L'abondance relative la plus faible est de 1,82%, elle est notée pour trois espèces à savoir : *Culex antennatus*, *Culex modestus* et *Culex sp.* (Figure 30).

Selon Le tableau 19, nous remarquons que l'espèce *Aedes detritus* est la plus abondante dans les deux stations 2 et 3 avec un taux de 100% dans la station 2 et 45,83% dans la station 3. Alors que la station 1 est marquée par la dominance de l'espèce *Aedes caspius* (66,67%) (Figures 31, 32 et 33).

Tableau 19 : Abondance relative des espèces de Culicidae récoltées au niveau du site Chott Tinsilt.

Chott Tinsilt								
Stations	Staion 1		Station 2		Staion 3		Totale	
Espèces	N.ind	F (%)	N.ind	F (%)	N.ind	F (%)	N.ind	F (%)
<i>Aedes dorsalis</i>	1	33,33	0	0	2	4,17	3	5,45
<i>Aedes detritus</i>	0	0	4	100	22	45,83	26	47,27
<i>Aedes caspius</i>	2	66,67	0	0	10	20,83	12	21,82
<i>Aedes vexans</i>	0	0	0	0	2	4,17	2	3,64
<i>Culex antennatus</i>	0	0	0	0	1	2,08	1	1,82
<i>Culex pipiens</i>	0	0	0	0	9	18,75	9	16,36
<i>Culex modestus</i>	0	0	0	0	1	2,08	1	1,82
<i>Culex sp</i>	0	0	0	0	1	2,08	1	1,82
Total	3	100	4	100	48	100	55	100

N.ind : nombre d'individus

F (%): abondance relative

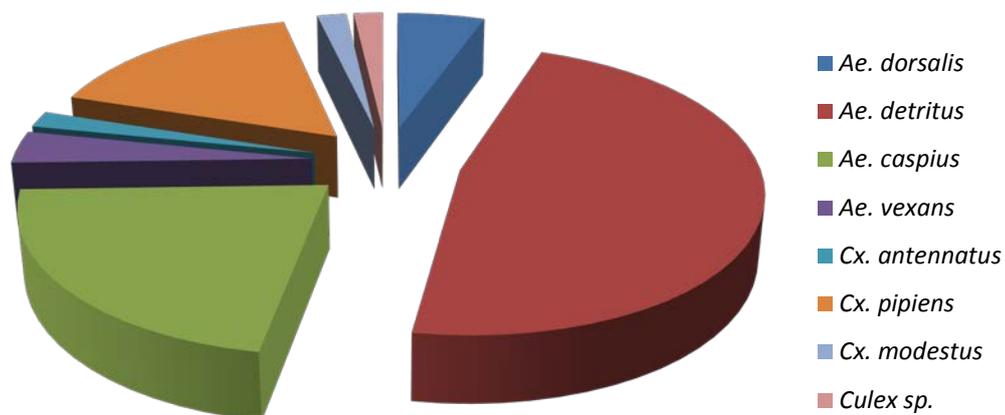


Figure 30: Abondance relative (%) des espèces culicidiennes récoltées dans les différentes stations prospectées du Chott Tinsilt

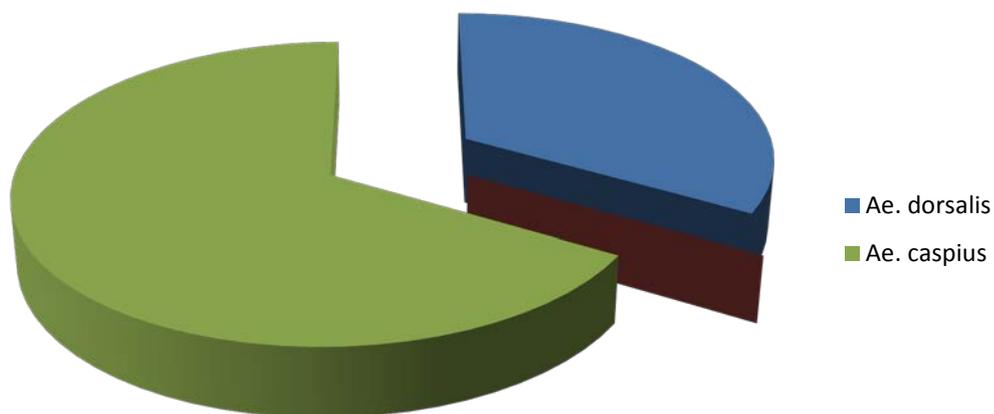


Figure 31: Abondance relative (%) des espèces culicidiennes récoltées dans la station 1 du site Chott Tinsilt.

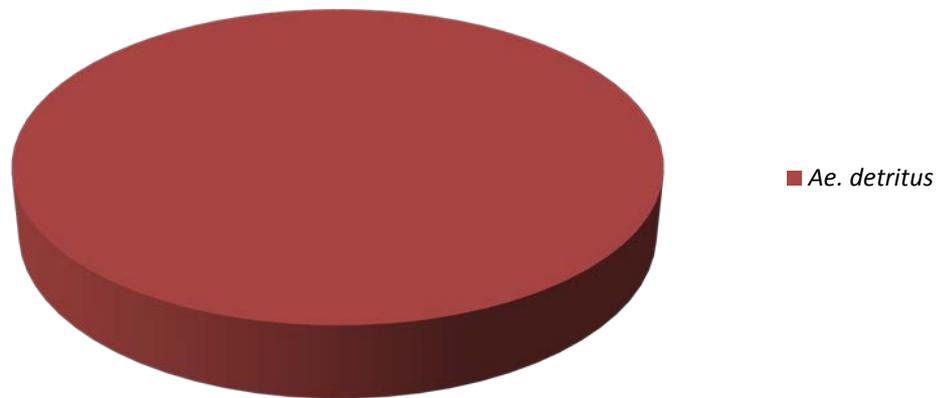


Figure 32: Abondance relative (%) des espèces culicidienne récoltées dans la station 2 du site Chott Tinsilt.

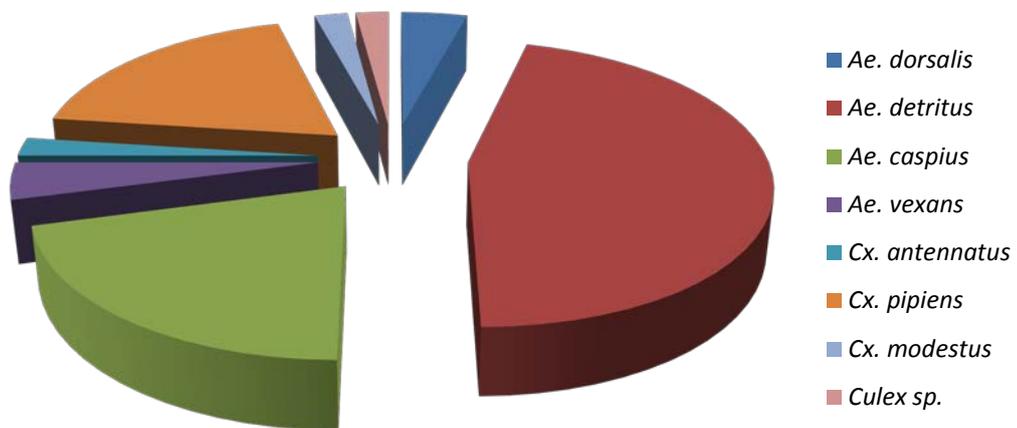


Figure 33: Abondance relative (%) des espèces culicidienne récoltées dans la station 3 du site Chott Tinsilt.

4.2.1.3. Fréquence d'occurrence

- **Sebkhet Ezzemoul**

Parmi les sept espèces mentionnées dans le tableau 20, deux espèces dominent par leur fréquence. Il s'agit d'*Aedes dorsalis* et *Aedes detritus* et à un degré moindre *Aedes caspius*, *Aedes vexans*, *Aedes mariaae*, *Anopheles sergentii* et *Culiseta longiareolata* (Figure 34).

Ce site est marqué par la présence de deux espèces accessoires qui sont *Aedes dorsalis* et *Aedes detritus*, toutes les autres espèces sont accidentelles.

En revanche, dans les stations 1,2 et 3, on remarque qu'il y a deux espèces *Ae dorsalis* et *Ae detritus* qualifiées accessoires avec des fréquences respectives de (41,18%, 38,89% et 43,75%) pour la première espèce et de (29,41%, 33,33% et 43,75) pour la deuxième espèce. Les autres espèces récoltées dans ces trois stations sont accidentelles (Figure 35, 36 et 37).

Tableau 20 : Fréquence d'occurrence des espèces de Culicidae récoltées au niveau du site Sebkhet Ezzemoul.

Site	Sebkhet Ezzemoul		
Stations	Station 1	Station 2	Station 3
Espèces	C (%)	C (%)	C (%)
<i>Aedes dorsalis</i>	41,18	38,89	43,75
<i>Aedes detritus</i>	29,41	33,33	43,75
<i>Aedes caspius</i>	11,76	5,55	6,25
<i>Aedes vexans</i>	5,88	11,11	0
<i>Aedes mariaae</i>	5,88	5,55	0
<i>Anophèles sergentii</i>	0	5,55	6,25
<i>Culiseta longiareolata</i>	5,88	0	0

C (%) : fréquence d'occurrence.

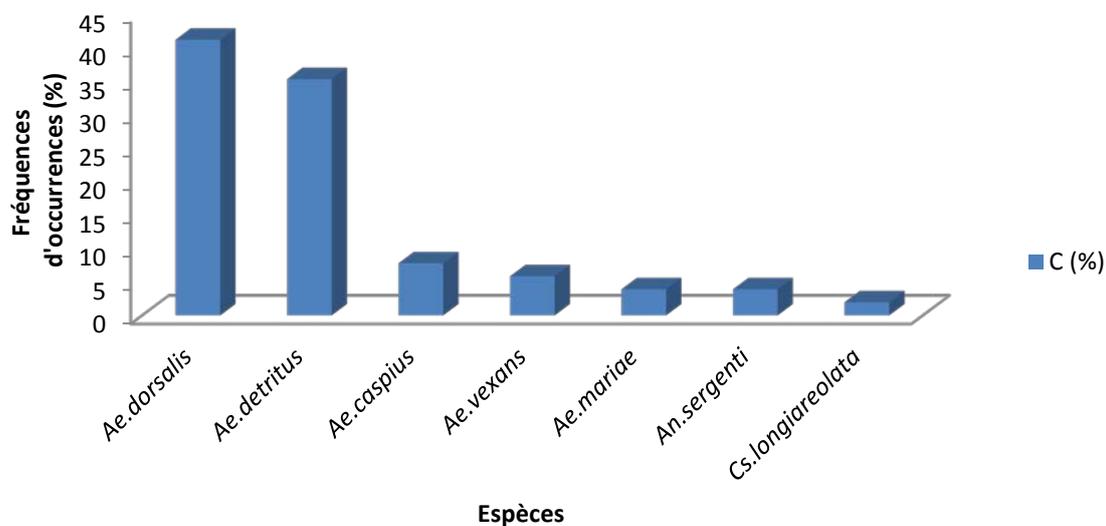


Figure 34 : Fréquence d'occurrence (%) des espèces culicidienne récoltées dans les différentes stations prospectées du Sebket Ezzemoul.

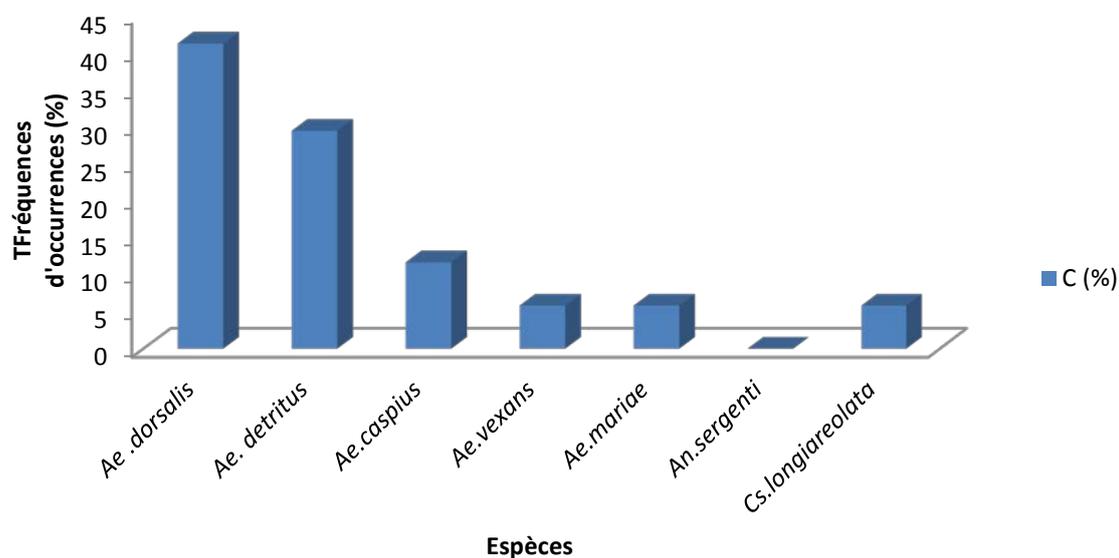


Figure 35 : Fréquence d'occurrence (%) des espèces culicidienne récoltées dans la station 1 du site Sebket Ezzemoul

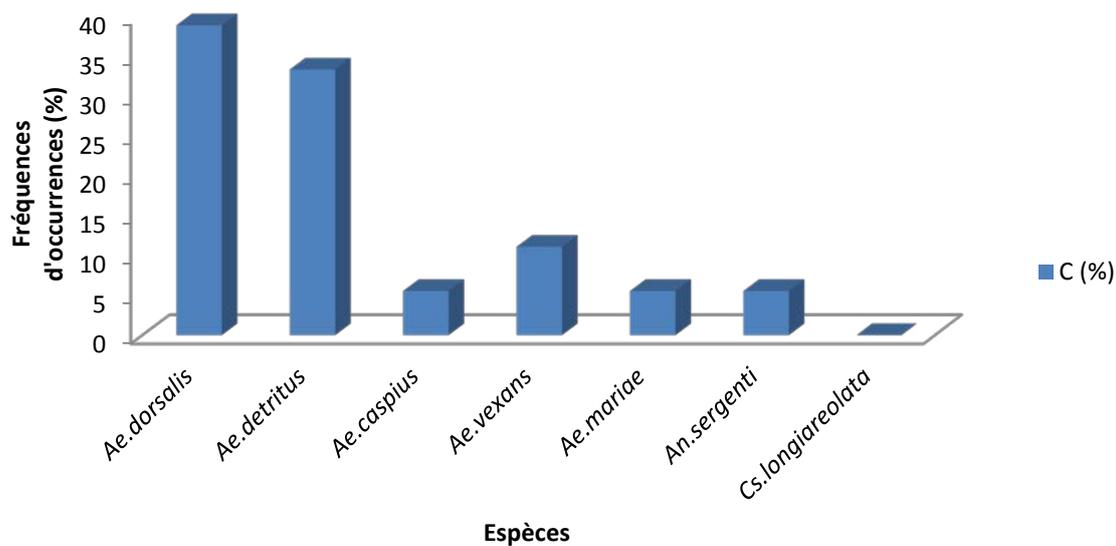


Figure 36 : Fréquence d' occurrence (%) des espèces culicidienne récoltées dans la station 2 du site Sebket Ezzemoul.

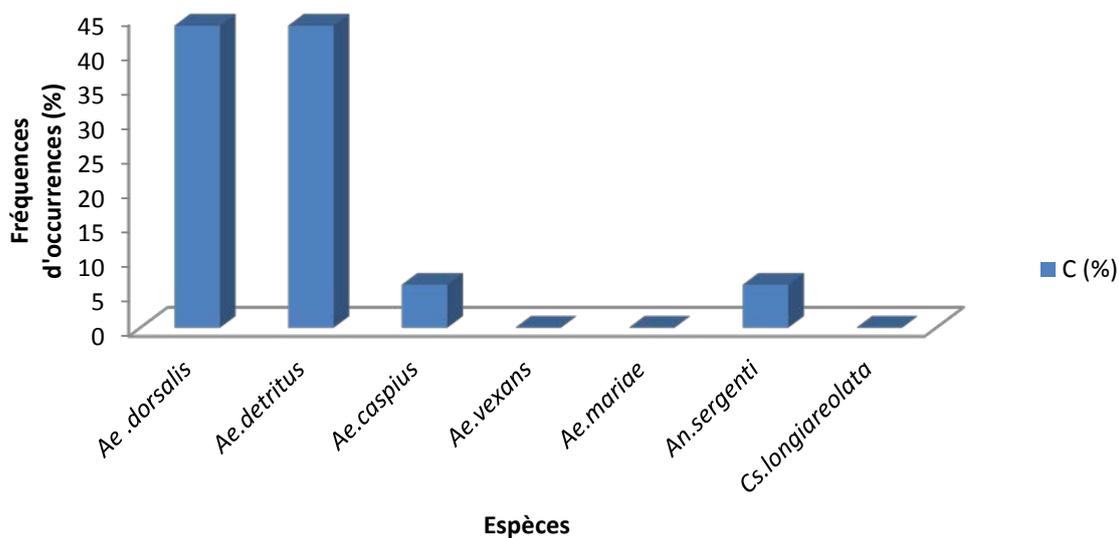


Figure 37 : Fréquence d' occurrence (%) des espèces culicidienne récoltées dans la station 3 du site Sebket Ezzemoul.

- **Chott Tinsilt**

L'examen de la figure 38 fait apparaître que les espèces les plus fréquentes au niveau de ce site sont *Aedes detritus*, *Aedes dorsalis* et *Aedes caspius*. Les moins fréquentes sont *Aedes vexans*, *Culex antennatus*, *Culex modestus*, *Culex pipiens* et *Culex sp.* (Figure 38).

Les résultats obtenus dans le tableau 21 montrent que la fréquence d'occurrence dans la station 1, est marquée pour les deux espèces *Aedes dorsalis* et *Aedes caspius* avec un taux de 50% pour chacune (Figure 39). Dans la station 2, elle est marquée pour l'espèce *Aedes detritus* (100%) (Figure 40). Alors dans la station 3, toutes les espèces récoltées ont la même fréquence d'occurrence qui est 12,5% (Figure 41).

Tableau 21 : Fréquence d'occurrence des espèces de Culicidae récoltées dans les différentes stations du site Chot Tinsilt.

Site	Chott Tinsilt		
	Station 1	Station 2	Station 3
Stations	Station 1	Station 2	Station 3
Espèces	C (%)	C (%)	C (%)
<i>Aedes dorsalis</i>	50	0	12,5
<i>Aedes detritus</i>	0	100	12,5
<i>Aedes caspius</i>	50	0	12,5
<i>Aedes vexans</i>	0	0	12,5
<i>Culex antennatus</i>	0	0	12,5
<i>Culex pipiens</i>	0	0	12,5
<i>Culex modestus</i>	0	0	12,5
<i>Culex sp</i>	0	0	12,5

C (%) : fréquence d'occurrence.

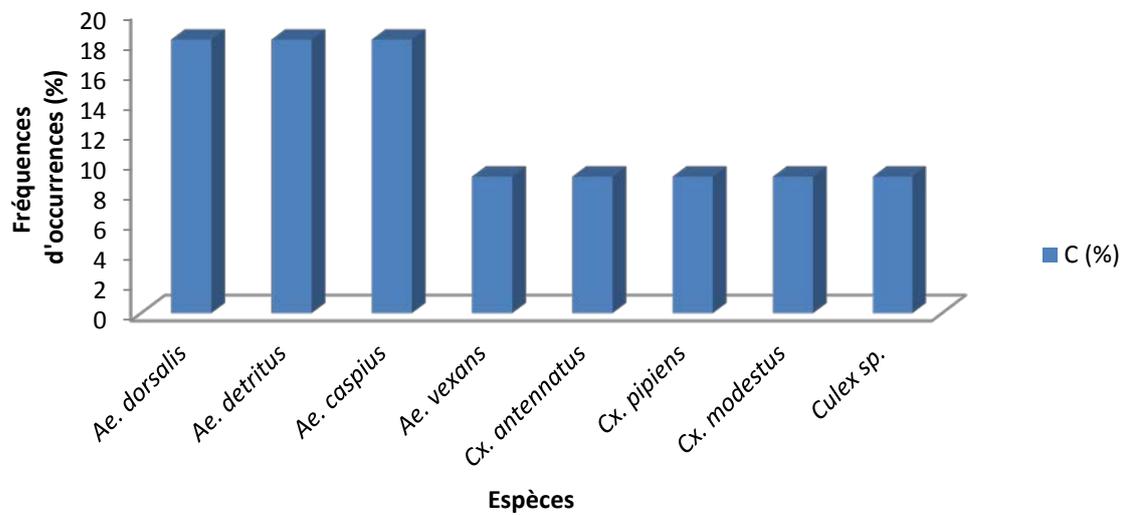


Figure 38 : Fréquence d’occurrence (%) des espèces culicidienne dans les différentes stations prospectées du site Chott Tinsilt.

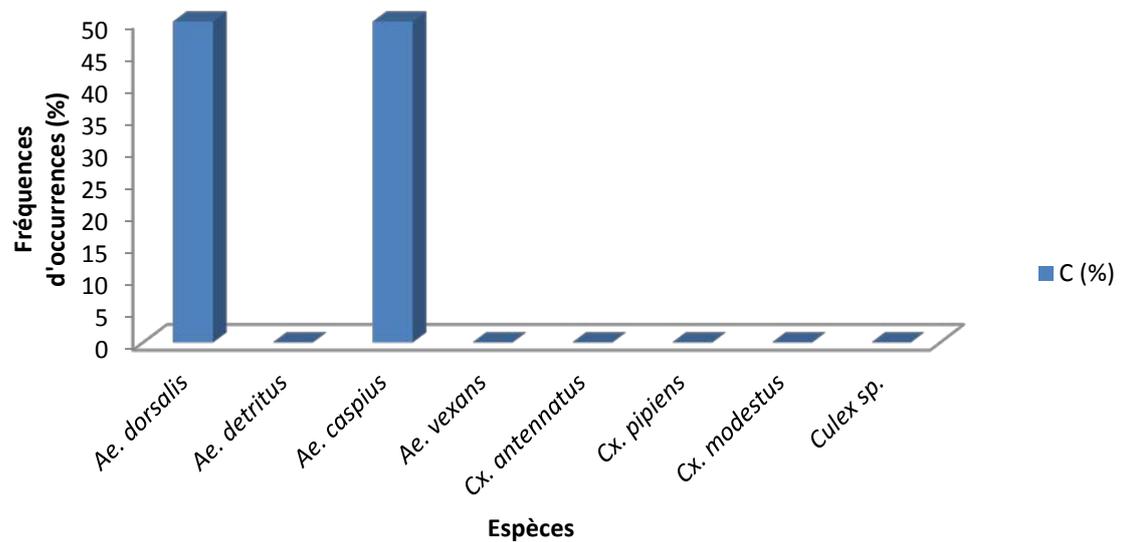


Figure 39 : Fréquence d’occurrence (%) des espèces culicidienne récoltées dans la station 1 du site Chott Tinsilt

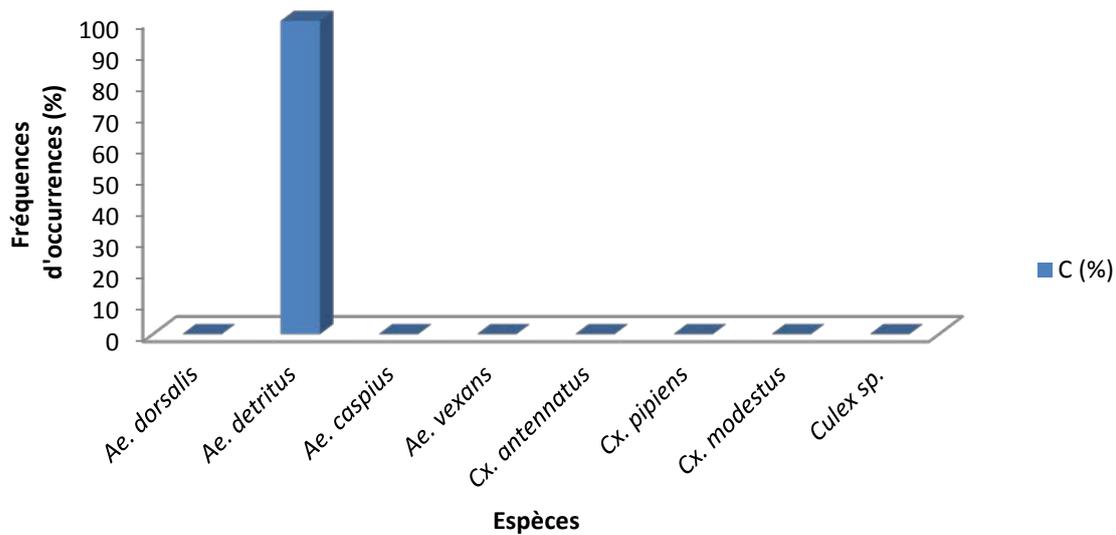


Figure 40 : Fréquence d'occurrence (%) des espèces culicidienne récoltées dans la station 2 du site Chott Tinsilt.

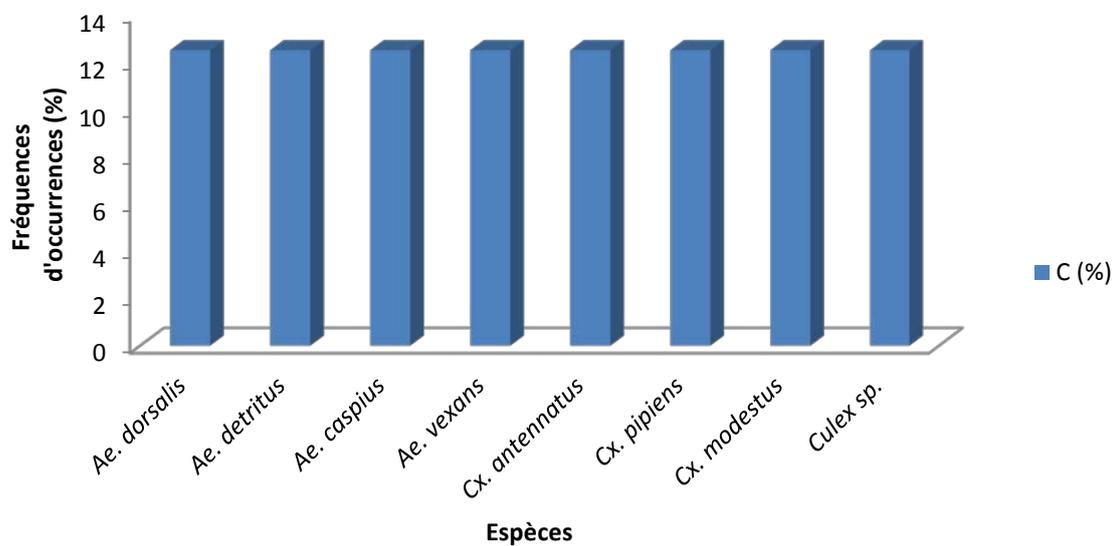


Figure 41 : Fréquence d'occurrence (%) des espèces culicidienne récoltées dans la station 3 du site Chott Tinsilt.

4.2.2. Indices écologiques de structure

- **Sebkhet Ezzemoul**

L'indice de diversité de Shannon Weaver (H') évalué 0,42 bit demeure inférieur à la diversité maximale (H_{max}) égal à 0,85. Ceci révèle l'existence d'une population Culicidienne peu diversifiée (Tableau 22).

L'indice d'équirépartition égale à 0,49, soit 49%, implique l'existence d'une relation moyennement équilibrée entre les différentes espèces qui composent le peuplement Culicidien (Tableau 22).

Tableau 22. Indices Ecologiques de structure des espèces de Culicidae récoltées dans les trois stations d'étude du site Sebkhet Ezzemoul.

Stations Paramètres	Sebkhet Ezzemoul			
	Station 1	Station 2	Station 3	Total
H' (bits)	0,41	0,46	0,33	0,42
H'max (bits)	0,78	0,78	0,60	0,85
E (%)	0,53	0,59	0,55	0,49
C	0,52	0,42	0,51	0,47
D	0,48	0,58	0,49	0,53

H' : indice de diversité de Shannon Weaver est exprimé en unité bits.

H max : diversité maximale est exprimé en unité bits.

C : indice de LEGENDRE et LEGENDRE

E : indice d'équirépartition (équitabilité)

D : diversité spécifique

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon varient entre 0,33 et 0.46 bits pour l'ensemble des stations d'étude. La station 2 est la plus diversifiée en termes de peuplement culicidien. En effet, elle présente la plus grande valeur de cet indice qui est de 0.46 bits.

Les valeurs de l'indice d'équitabilité varient entre 0.53 et 0.59 %, la plus grande valeur de l'équitabilité est enregistrée dans la station 2 avec 0.59. Le peuplement culicidien de cette station a donc une structure plus stable. Les stations 1 et 3 sont relativement moins équilibrées puisqu'elles présentent les plus faibles valeurs avec 0.53 et 0.55. Les peuplements des deux stations 1 et 3 ont donc une structure peu (moyennement) équilibrée (Tableau 22).

Les valeurs de l'indice de concentration sont plus élevées dans la station 1 (0.52) et plus faible dans la station 2 (0.42 bits). La diversité spécifique, quant à elle est faible dans la

station 1 où le peuplement semble moyennement (peu) diversifié. Cependant, pour l'ensemble des stations nous constatons une diversité moyennement élevée (0,53) avec un indice de concentration égale à 0,47 soit 47%. Cela nous renseigne que deux spécimens du peuplement de Culicidae sont de la même espèce (Tableau 22).

- **Chott Tinsilt**

Les données citées dans le tableau 23 montrent que la station 3 est la plus diversifiée en peuplement de culicidae, suivi de loin par la station 1 (0,28) et de la station 2 (0).

Cependant, pour l'ensemble des stations nous avons constaté une diversité élevée (0,64) et équilibrée (0,71).

Tableau 23: Indices Ecologiques de structure des espèces de Culicidae récoltées dans les trois stations d'étude du site Chott Tinsilt.

Stations Paramètres	Chot Tinsilt			
	Station 1	Station 2	Station 3	Total
H' (bits)	0,28	0	0,65	0,64
H'max (bits)	0,30	0	0,90	0,90
E (%)	0,92	0	0,72	0,71
C	0,56	0	0,29	0,30
D	0,44	0	0,71	0,70

H' : indice de diversité de Shannon Weaver est exprimé en unité bits.

H max : diversité maximale est exprimé en unité bits.

C : indice de LEGENDRE et LEGENDRE

E : indice d'équirépartition (équitabilité)

D : diversité spécifique

La valeur de l'indice de concentration dans le site Chott Tinsilt est un faible, il égal à 0,30 soit de l'ordre 30%, avec une diversité égale à 0,70 soit 70%. On peut en déduire que deux spécimens du peuplement Culicidien ne sont pas de la même espèce.

Il en est de même pour l'indice de concentration calculé au niveau de la station 3, la valeur de concentration est faible (0,29) du fait que la valeur de diversité est importante pour cette station (0,707).

Par ailleurs, nous avons enregistré une valeur moyenne de l'indice de concentration calculé au niveau de la station 1 où nous avons trouvé 0,56 soit la probabilité de 56% de

rencontrer la même espèce c'est-à-dire une diversité moins élevée de l'ordre de 0,44 soit 44%. Cela nous renseigne que deux spécimens du peuplement de Culicidae sont conspécifiques.

4.3. ANALYSE TYPOLOGIQUE

4.3.1. Analyse typologique du site Sebkhet Ezzemoul

4.3.1.1. Caractéristiques physico-chimiques de l'eau

4.3.1.1.1. Température

La température des eaux de surface des gîtes prospectés est comprise entre 30 et 35 C° en été. La température maximale est enregistrée en juin (35 C°). L'élévation de la température au cours de la saison estivale est le principal facteur d'une évaporation intense au niveau des gîtes (Figure 42).

4.3.1.1.2. Potentiel hydrogène (pH)

Les résultats obtenus montrent que l'eau des gîtes est caractérisée par un pH moyen égal à 7,83. La valeur minimale de 6,89 est enregistrée au mois de septembre dans les gîtes I et II, et le maximum de 8,88 au mois d'avril dans le gîte I (Figure 43).

Le pH oscille entre 7,79 et 8,27 en période estivale, entre 6,89 et 7,32 en automne, de 7,32 à 8,54 en période hivernale et entre 7,11 et 8,88 au printemps. Le pH de l'eau des gîtes est proche de la neutralité ou alcalin. Pour tous les gîtes, le pH oscille entre 6,89 et 8,88 (Figure 39). Le caractère alcalin peut s'expliquer par la nature calcaire du terrain parcouru par les cours d'eau. Ce pH est compatible avec la vie de la biomasse.

4.3.1.1.3. Conductivité électrique

La valeur moyenne de la conductivité des eaux des gîtes étudiées est très élevée, elle est égale à 36581,15 $\mu\text{s/cm}$ avec un minimum enregistré de 18700 $\mu\text{s/cm}$ et un maximum de 83100 $\mu\text{s/cm}$. Durant les deux saisons, estivale et automnale, nos résultats montrent des valeurs relativement importantes pour les gîtes étudiés. En effet, le gîte I enregistre 83100 $\mu\text{s/cm}$ en juin, 35700 $\mu\text{s/cm}$ en septembre ; pour le gîte 2 nous avons 28800 $\mu\text{s/cm}$ en juin et 34410 $\mu\text{s/cm}$ en septembre ; le gîte 3 indique 26800 $\mu\text{s/cm}$ en septembre (Figure 44).

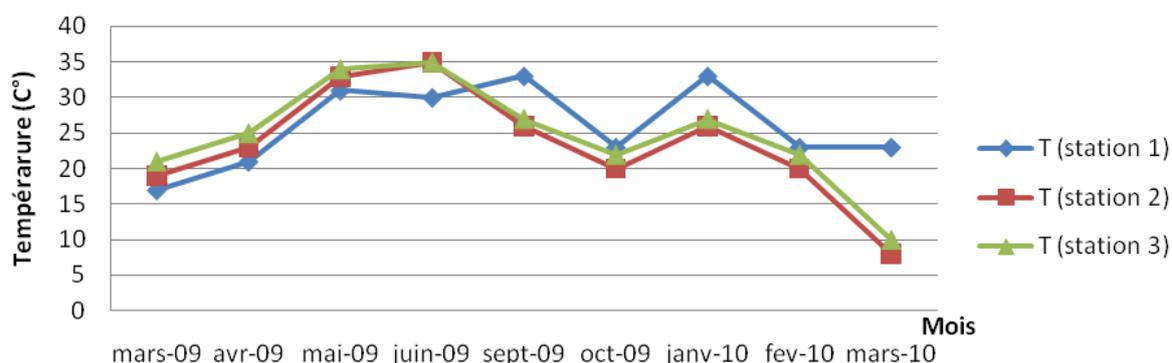


Figure 42: Evolutions saisonnière de la température (C°) de l’eau dans les stations d’étude du site Sebkhet Ezzemoul.

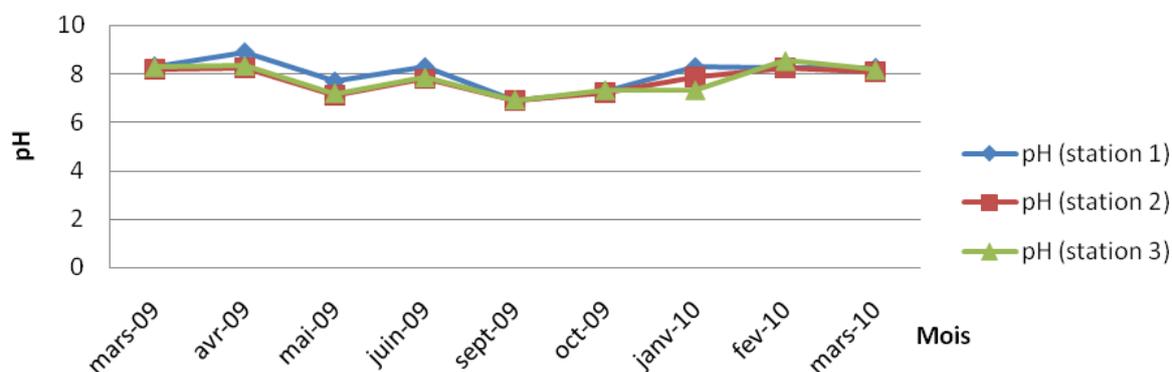


Figure 43: Evolutions saisonnières du pH de l’eau dans les stations d’étude du site Sebkhet Ezzemoul.

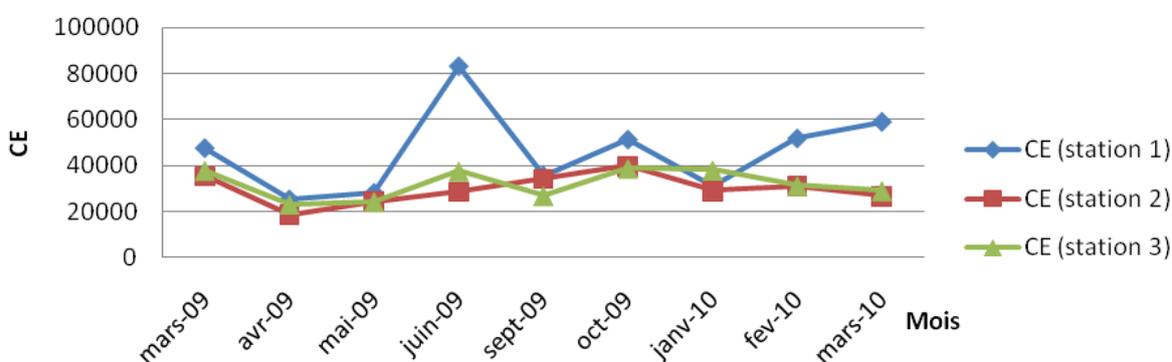


Figure 44: Evolutions saisonnières de la conductivité électrique de l’eau dans les stations d’étude du site Sebkhet Ezzemoul.

Durant la période d'étude, l'été s'est caractérisé par une sécheresse qui a provoqué une forte évaporation des eaux, cette dernière s'est étalée jusqu'au mois de novembre où l'on note une évaporation complète des eaux du premier gite I avec des teneurs élevées de la conductivité électrique. La valeur maximale de 83100 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (gite I) est observée au mois de juin (Figure 44). Cette conductivité provoque une augmentation du taux de la salinité des eaux. La forte conductivité des eaux, peut-être due soit à la nature des couches géologiques de la nappe, soit à la présence d'éléments minéraux indésirables dans nos eaux et résultant donc d'une pollution exogène

4.3.1.1.4. Salinité de l'eau

4.3.1.1.4.1. Sodium

L'eau des gites étudiés est très chargée avec une moyenne de 7657,04 mg/l. La concentration minimale en sodium enregistrée est égale à 524,77 mg/l, notée pour le gite II au mois de septembre et le maximal est de 13200 mg/l notée pour le gite I au mois de juin (Figure 45).

4.3.1.1.4.2. Magnésium

On observe des teneurs extrêmement élevées, avec une moyenne égale à 7490,02 mg/l. Le minimum est de 181,33 mg/l, enregistré dans le gite III au mois de septembre et le maximum étant de 21430 mg/l, enregistré dans le même gite III au mois d'octobre (Figure 46).

4.3.1.1.4.3. Calcium

Les valeurs maximales sont enregistrées au mois de juin dans les gites I, II et III avec respectivement 3935 mg/l, 3519 mg/l et de 3350 mg/l. Pour les valeurs minimales, c'est au mois de septembre qu'elles sont observées pour ces mêmes gites avec respectivement : 65,5 mg/l, 67,05 mg/l et de 65,81 mg/l (Figure 47).

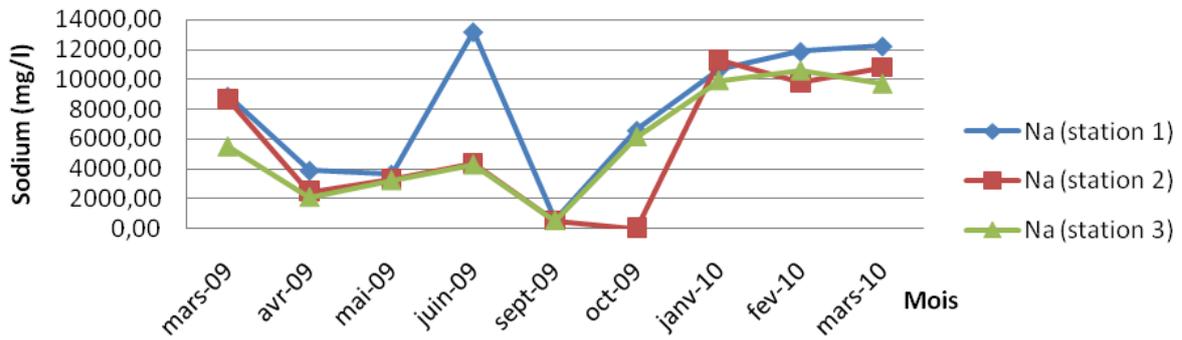


Figure 45: Evolutions saisonnières du sodium de l’eau dans les stations d’étude du site Sebkheth Ezzemoul.

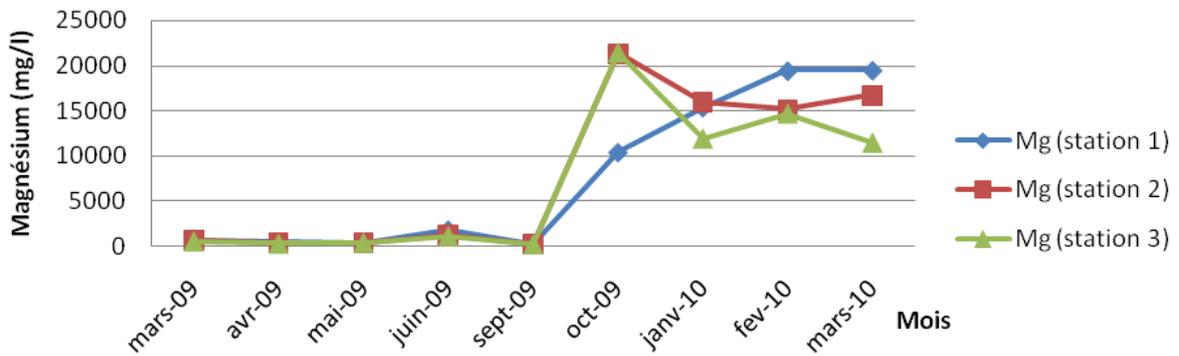


Figure 46 : Evolutions saisonnières du magnésium de l’eau dans les stations d’étude du site Sebkheth Ezzemoul.

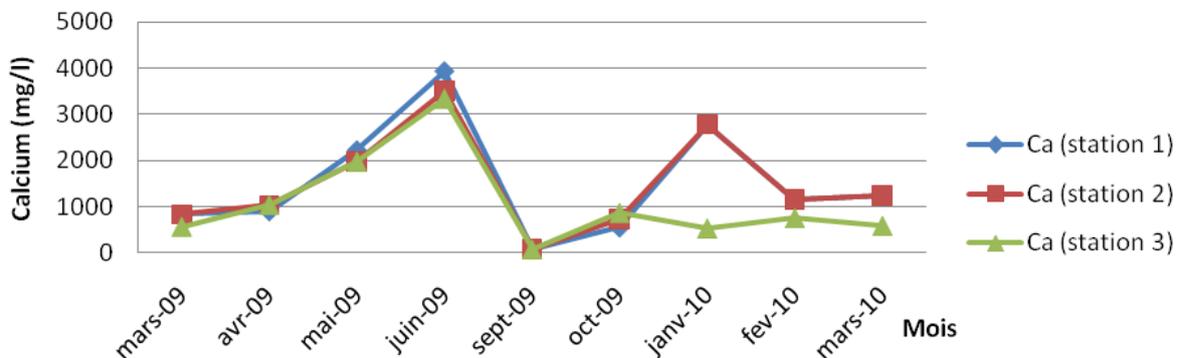


Figure 47 : Evolutions saisonnières du calcium de l’eau dans les stations d’étude du site Sebkheth Ezzemoul.

4.3.1.1.4.4. Potassium

Son maximum est enregistré au mois de février dans les gites I, II et III avec respectivement 1767,4 mg /l, 2037 mg /l et de 1856 mg/l et son minimum est noté au mois de septembre avec 0,80 mg /l, 2,04 mg /l et de 0,20 mg/l respectivement pour ces mêmes gites I, II et III (Figure 48).

4.3.1.1.4.5. Sulfates

Les sulfates ont des teneurs minimales respectives de 0,013 mg/l au mois d'octobre pour le gite I, 0,269 mg/l au mois d'octobre pour le gite II et de 0,119 mg/l pour le gite III pour le mois de novembre; des teneurs maximales égales à 8,08 mg/l sont enregistrées dans le gite I au mois de juin, de 6,25 mg/l dans le gite II au mois de mars et de 8,4 mg/l dans le gite III au mois de mars (Figure 49).

4.3.1.1.4.6. Chlorures

Nous avons noté une valeur maximale de 25000 mg/l au mois de juin et une minimale de 204,48 mg/l en février pour le gite I; un maximum de 11000 mg /l en mars et un minimum de 163,83 mg/l en février est enregistré pour le gite II et enfin une teneur maximale de 10000 mg/l en mars et une minimale de 109,80 mg/l en septembre est noté dans le gite III. Les teneurs de chlorures les plus élevées sont enregistrées au niveau du gite I (25000 mg/l) durant le mois de juin (Figure 50).

4.3.1.1.4.7. Bicarbonates

Dans les gites I, II, et III, les teneurs maximales s'observent en été et les teneurs minimales en hiver L'eau du gite II présente des concentrations en bicarbonates plus élevées que celle des gites I et II (Figure 51).

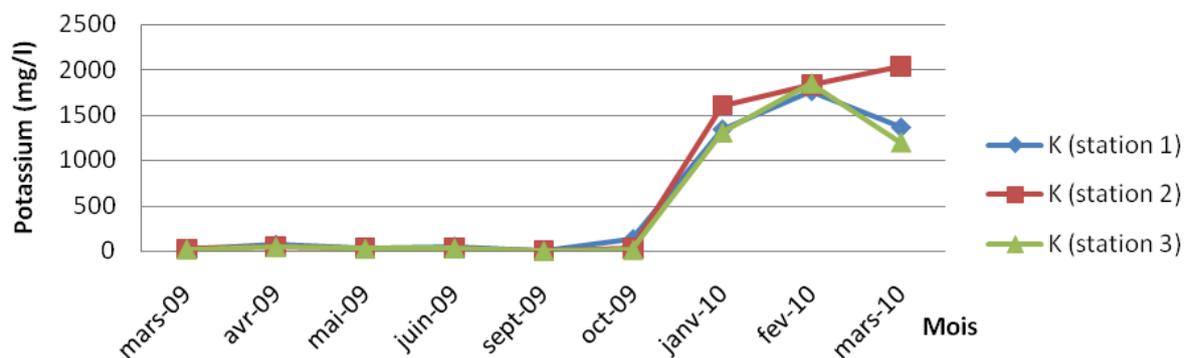


Figure 48: Evolutions saisonnières du potassium de l’eau dans les stations d’étude du site Sebkhet Ezzemoul.

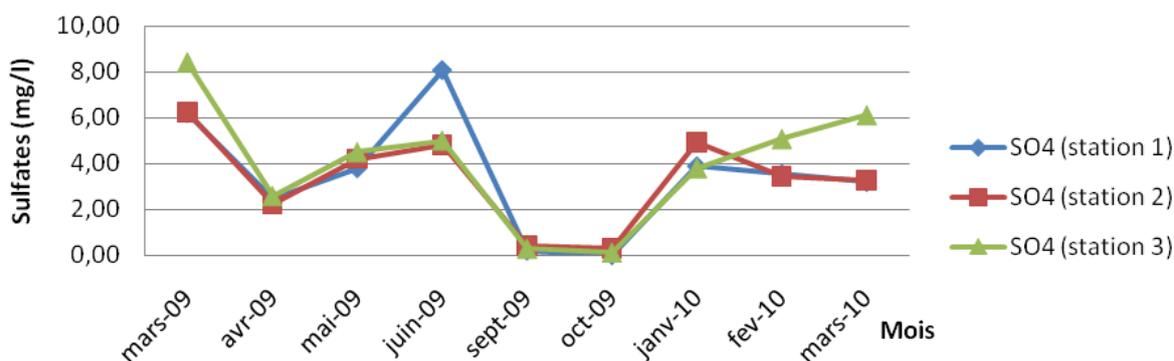


Figure 49: Evolutions saisonnières des sulfates de l’eau dans les stations d’étude du site Sebkhet Ezzemoul.

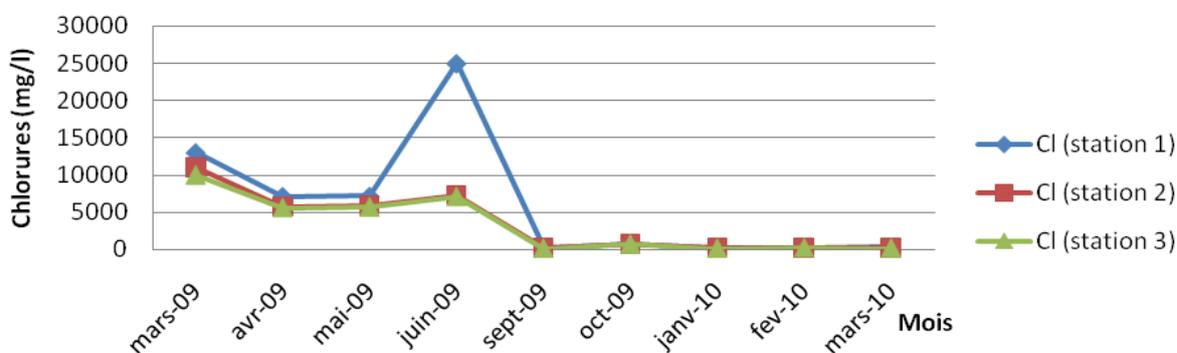


Figure 50 : Evolutions saisonnières des chlorures de l’eau dans les stations d’étude du site Sebkhet Ezzemoul.

4.3.1.1.5. Azote

4.3.1.1.5.1. Azote ammoniacal

Les ions NH_4^+ sont présents dans la totalité des échantillons prélevés. Néanmoins, on enregistre des concentrations minimales variantes de 0 mg/l (gite I) au mois d'avril à 0,9 mg/l (gite II, gite III) au mois de janvier ; les teneurs maximales sont observées en octobre dans le gite I avec 1,8 mg/l, dans le gite II avec 3,6 mg/l et de 1,8 mg/l pour le gite III (Figure 52). Ces résultats révèlent que la période automnale se caractérise par un enrichissement en NH_4^+ . Sa présence dans l'eau est liée soit aux rejets urbains, soit par réduction des formes azotées.

4.3.1.1.5.2. Nitrites

Les teneurs maximales mesurées en nitrites (NO_2^-) sont de l'ordre de 35,5 mg/l (gite I) 30,01 mg/l (gite II) en septembre et de 30,04 mg/l (gite III) en février et les teneurs minimales sont 0,01 mg/l (gite I, gite II et gite III) au mois de mars (Figure 53).

4.3.1.1.5.3. Nitrates

Les concentrations maximales des nitrates (NO_3^-) sont de l'ordre 70,88 mg/l (gite I) 75,31 mg/l (gite II) et 79,74 mg/l (gite III) en septembre. Pour les concentrations minimales, elles sont enregistrées au mois de mars avec 0 mg/l (gite I), de 3 mg/l (gite II) et de 2 mg/l (gite III). La teneur la plus forte est observée dans le gite III avec 79,74 mg/l (Figure 54).

Les nitrates dérivent des eaux usées déversées dans la sebkha, le lessivage des terres agricoles avoisinantes et probablement d'une minéralisation de la matière organique. Les nitrates représentent la forme la plus oxygénée de l'azote, c'est une forme très soluble.

4.3.1.1.6. Phosphate

Les ions orthophosphates (PO_4^{-3}) varient avec des teneurs minimales de 0,05 mg/l (gite I, gite II) et 0,15 mg/l (gite III) au mois de mars ; les teneurs maximales sont de 32 mg/l (gite I) au mois de septembre, de 20 mg/l (gite II) en octobre et de 61,71 mg/l (gite III) au même mois (Figure 55).

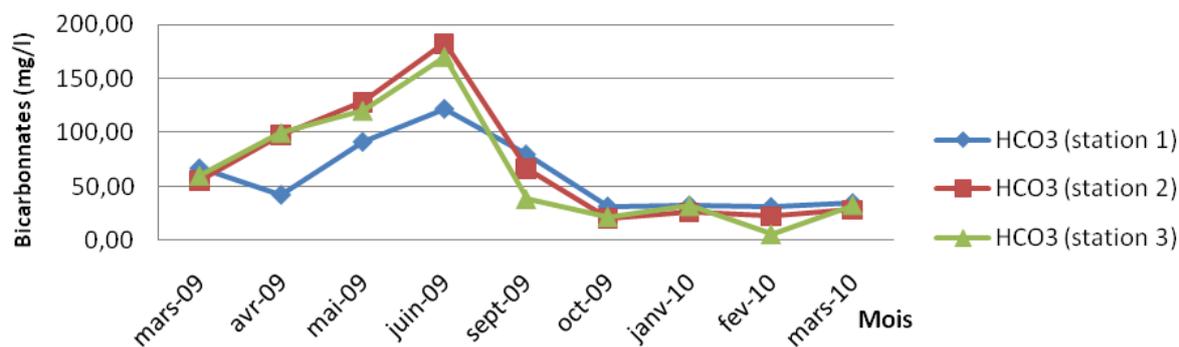


Figure 51: Evolutions saisonnières des bicarbonates de l’eau dans les stations d’étude du site Sebkheth Ezzemoul.

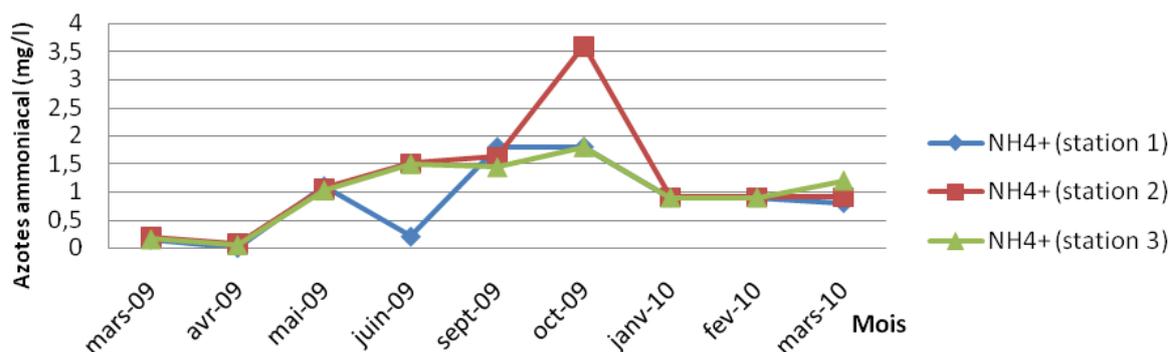


Figure 52: Evolutions saisonnières de l’azote ammoniacal de l’eau dans les stations d’étude du site Sebkheth Ezzemoul.

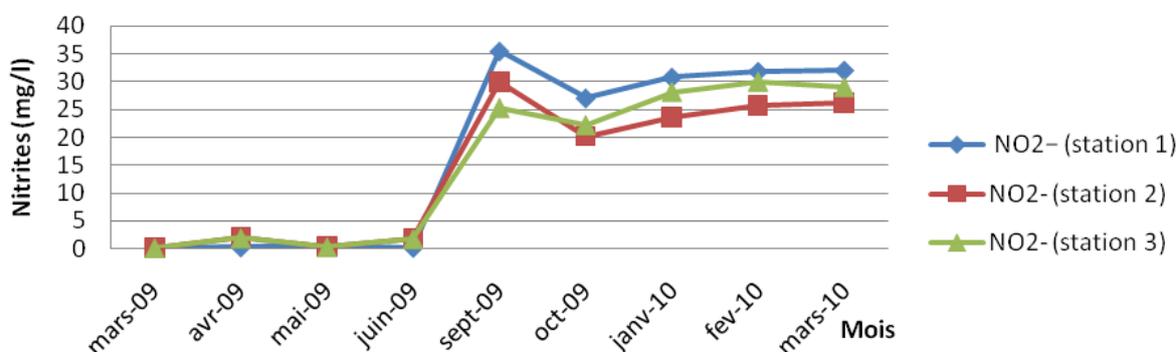


Figure 53 : Evolutions saisonnières des nitrites de l’eau dans les stations d’étude du site Sebkheth Ezzemoul.

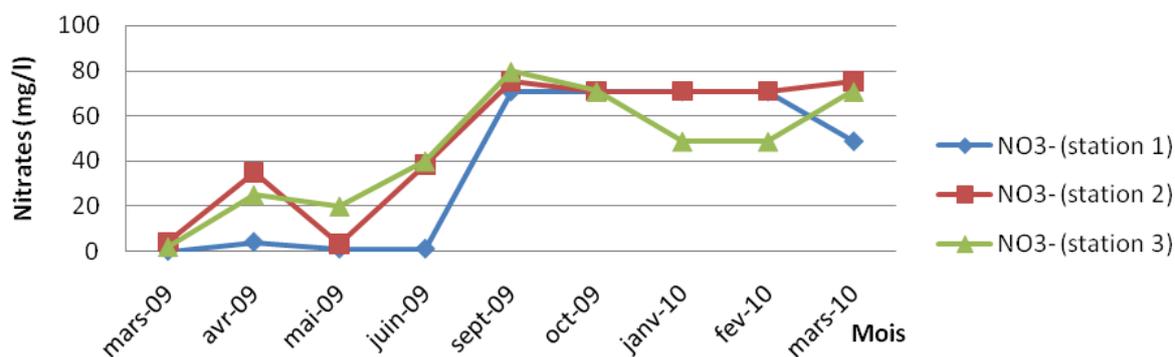


Figure 54 : Evolution saisonnière des nitrates de l'eau dans les stations d'étude du site Sebkhett Ezzemoul.

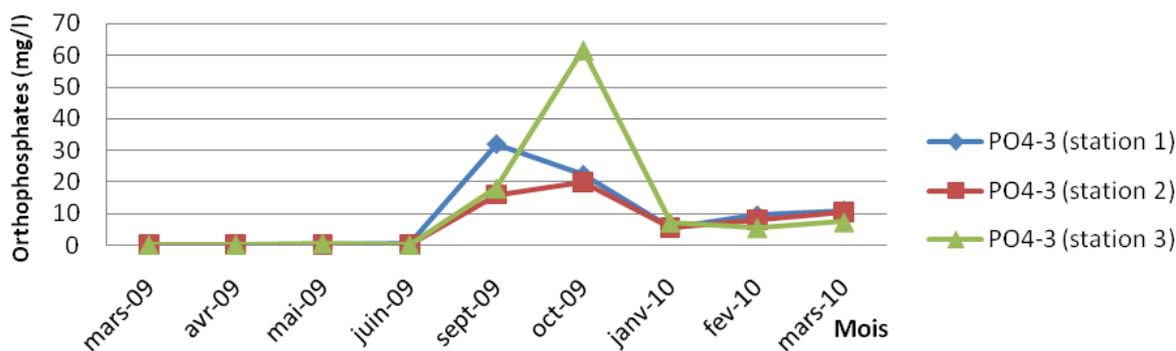


Figure 55: Evolutions saisonnières des orthophosphates de l'eau dans les stations d'étude du site Sebkhett Ezzemoul.

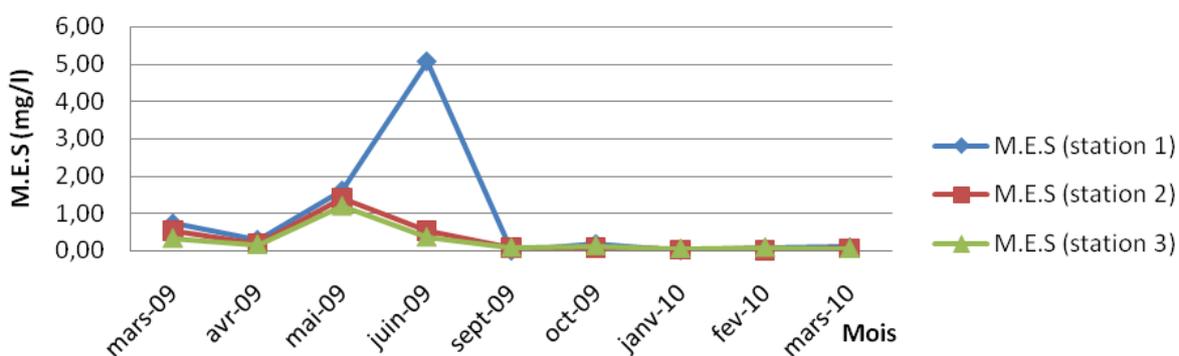


Figure 56: Evolutions saisonnières des matières en suspensions de l'eau dans les stations d'étude du site Sebkhett Ezzemoul.

La teneur des phosphates dans ces eaux dépend essentiellement de la nature du terrain traversée et de la décomposition des matières organiques. Cependant les apports domestiques, agricoles et industriels constituent une source d'enrichissement progressif des eaux en cet élément.

4.3.1.1.7. Matière en suspension

La teneur des matières en suspension est presque toujours inférieure à 5,06 mg/l pour tous les gites. Les teneurs les plus élevées sont enregistrées au mois de juin dans le gite I avec 5,06 mg/l (Figure 56). Elles correspondent à la période de crue caractérisée par de forts débits favorisant ainsi le phénomène de remise en suspension.

4.3.1.2. Etude globale des paramètres physico-chimiques

L'analyse mésologique globale du milieu est abordée par une analyse en composante principale (ACP).

Pour le traitement des données par ACP, nous avons utilisé 15 variables (température d'eau, pH, conductivité électrique, calcium, magnésium, potassium, sodium, bicarbonates, chlorures, sulfates, ammonium, nitrates, nitrites, orthophosphates et matières en suspension) et 27 individus (gite 1 x 9 prélèvements + gites 2 x 9 prélèvements + gite 3 x 9 prélèvements).

Les valeurs propres, le cercle de corrélation et la distribution des relevés spatio-temporels sont reportés sur les Figures 57, 58 et 59.

L'analyse des données physico-chimiques montre que les pourcentages d'inertie des trois premiers axes principaux totalisent 76,46% d'information sur la distribution des variables physico-chimiques et des stations étudiées. L'axe F3, n'a pas été retenu à cause de son faible pourcentage (Tableau 24).

Le plan Factoriel $F1 \times F2$ exprime 62,99% de l'information totale. Il est formé par le premier et le deuxième axe principal. Le premier axe factoriel F1 représente 40,08% de cette information, il est déterminé par les nitrates, les nitrites, le magnésium, les orthophosphates, l'azote ammoniacal (corrélation positive) opposé aux chlorures, bicarbonates, matières en suspension, sulfates et calcium (corrélation négative). Selon ces caractères, cet axe est donc représentatif des gites pollués et moins chlorurés (partie positive de l'axe factoriel F1) qui s'opposent aux gites non pollués, riches en chlorures et chargés en particules (partie négative de l'axe factoriel F1).

Le deuxième axe factoriel F2 contient 22,91% de l'inertie totale, il est exprimé par la température (corrélation positive) opposé au sodium, potentiel d'hydrogène pH, potassium et conductivité électrique (corrélation négative). L'axe F2 oppose donc des gites fortement salés (minéralisés) aux gites faiblement salés (minéralisés) (Figure 58).

Tableau 24 : Valeurs propres et pourcentages d'inerties pour les trois premiers axes factoriels.

Axes principaux	Valeurs propres	Pourcentage d'inertie totale	Pourcentage d'inerties cumulées
Axe F1	6,01	40,08 %	40,08 %
Axe F2	3,44	22,91 %	62,98 %
Axe F3	2,02	13,47 %	76,45 %

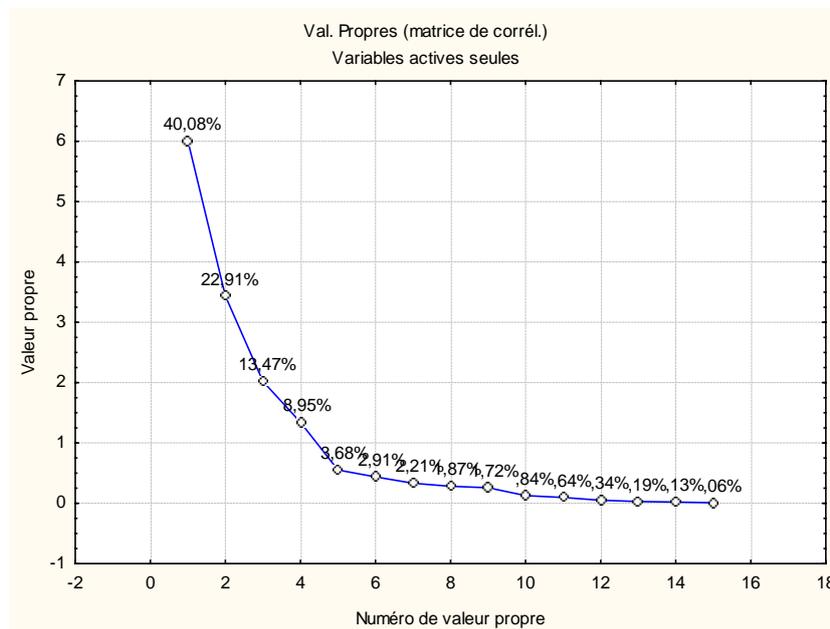


Figure 57 : Valeurs propres selon le plan F1xF2.

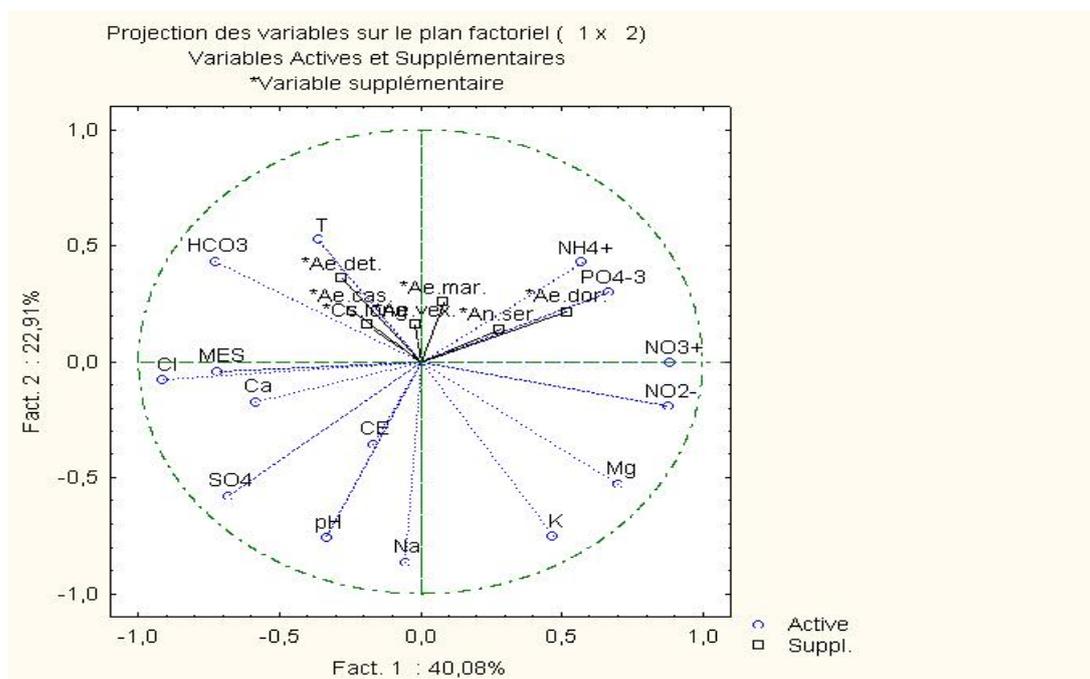


Figure 58: Cercle de corrélation des densités des espèces culicidiennes récoltées et des paramètres physico-chimiques selon les axes factoriels 1 et 2

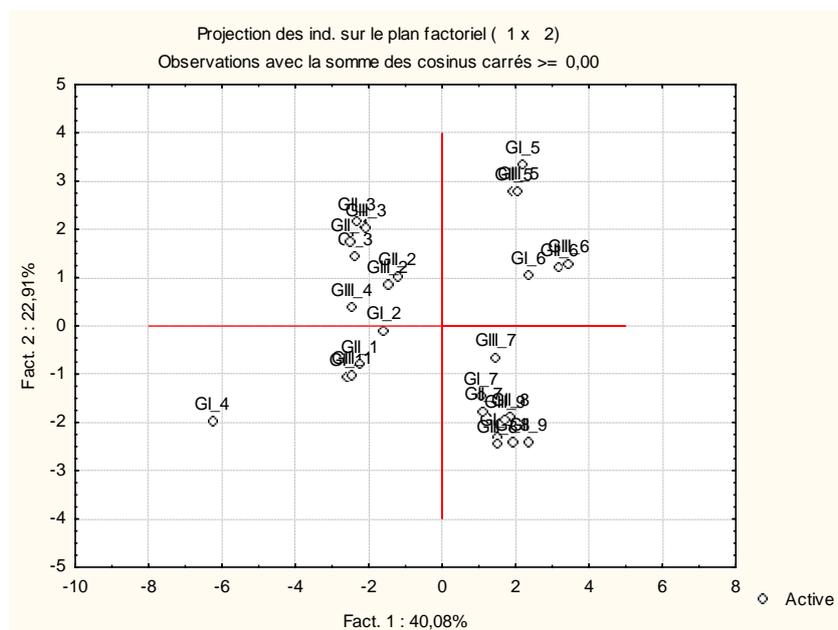


Figure 59: Distribution des relevés spatio-temporels selon le plan F1xF2.

4.3.1.3. Corrélation entre paramètres physico-chimiques

La relation entre les paramètres physico-chimiques étudiés à l'aide du coefficient de corrélation de Pearson (Tableau 25) a révélé que les nitrates sont positivement corrélés avec les nitrites, le magnésium, l'azote ammoniacal et l'orthophosphate et négativement avec les chlorures, les bicarbonates, les sulfates et la matière en suspension, alors que le sodum est positivement corrélé avec les sulfates, le magnésium, potentiel d'hydrogène et la conductivité électrique.

Tableau 25: Matrice du coefficient de corrélation montrant la relation entre les différents paramètres physico-chimiques analysés.

	T	Ph	CE	PO4	NH4	NO2	NO3	MES	Ca	Mg	Na	k	SO4	Cl	HCO3
T	1,000														
Ph	-0,388	1,000													
CE	0,005	0,094	1,000												
PO4	-0,107	-0,503	0,118	1,000											
NH4	0,130	-0,686	0,002	0,567	1,000										
NO2	-0,233	-0,245	0,106	0,535	0,434	1,000									
NO3	-0,188	-0,353	-0,080	0,587	0,591	0,877	1,000								
MES	0,304	0,061	0,562	-0,268	-0,240	-0,483	-0,555	1,000							
Ca	0,526	0,213	0,209	-0,397	-0,117	-0,409	-0,288	0,563	1,000						
Mg	-0,396	0,095	0,209	0,449	0,385	0,680	0,632	-0,344	-0,083	1,000					
Na	-0,253	0,524	0,516	-0,201	-0,164	0,148	0,037	0,133	0,392	0,528	1,000				
K	-0,387	0,366	0,012	-0,064	-0,092	0,630	0,481	-0,311	-0,001	0,710	0,599	1,000			
SO4	-0,044	0,564	0,230	-0,664	-0,579	-0,467	-0,597	0,456	0,476	-0,210	0,573	0,142	1,000		
Cl	0,174	0,321	0,443	-0,450	-0,487	-0,778	-0,804	0,827	0,479	-0,566	0,139	-0,494	0,629	1,000	
HCO3	0,641	0,122	-0,044	-0,399	-0,113	-0,679	-0,679	0,452	0,604	-0,687	-0,210	-0,568	0,272	0,551	1,000

4.3.1.4. Analyse spatiotemporelle

Pour définir exactement les groupes de gîtes de reproduction selon la signification des axes définis précédemment par l'A.C.P., nous avons utilisé l'analyse de la variance à un facteur (gîtes) pour chaque paramètre physicochimique retenu dans chacun des gîtes. La conductivité électrique est le seul paramètre physico-chimique qui présente une différence significative entre les trois gîtes prospectés ($p < 0,05$) (Tableau 26).

Tableau 26 : Valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques mesurées dans les stations d'étude.

Variable	Station 1	Station 2	Station 3	ANOVA	
				F-value	Probability(p)
Température (°C)	26,00 ± 5,83	23,33 ± 8,06	24,78 ± 7,48	0,31	> 0,05
pH	8,00 ± 0,61	7,74 ± 0,53	7,77 ± 0,59	0,54	> 0,05
Conductivité électrique (µs/cm)	45933,33 ± 8279,22	29867,78 ± 329,80	31766,67 ± 362,00	5,02*	< 0,05
Orthophosphate (mg/l)	8,96 ± 11,38	6,72 ± 7,53	11,17 ± 19,82	0,23	> 0,05
Ammonium (mg/l)	0,85 ± 0,66	1,19 ± 1,04	1,00 ± 0,59	0,42	> 0,05
Nitrite (mg/l)	17,54 ± 16,63	14,40 ± 12,99	15,39 ± 13,92	0,11	> 0,05
Nitrate (mg/l)	37,58 ± 34,96	49,29 ± 30,14	45,11 ± 26,16	0,34	> 0,05
Matières en suspension (mg/l)	0,91 ± 1,64	0,33 ± 0,45	0,27 ± 0,37	1,09	> 0,05
Calcium (mg/l)	1516,41 ± 1229,29	1478,28 ± 1088,30	1078,28 ± 998,45	0,43	> 0,05
Magnesium (mg/l)	7574,85 ± 8594,31	8010,93 ± 8986,71	6884,26 ± 8085,70	0,04	> 0,05
Sodium (mg/l)	7937,854 ± 499,03	6486,09 ± 3962,48	7436,06 ± 4376,78	0,03	> 0,05
Potassium (mg/l)	531,60 ± 732,02	626,41 ± 904,13	500,56 ± 738,80	0,06	> 0,05
Sulfate (mg/l)	3,49 ± 2,57	3,30 ± 2,035	3,99 ± 2,66	0,19	> 0,05
Chlorure (mg/l)	5994,21 ± 8465,33	3488,19 ± 4073,38	3305,42 ± 3816,72	0,59	> 0,05
Bicarbonate (mg/l)	59,42 ± 32,66	69,63 ± 56,58	64,56 ± 54,11	0,1	> 0,05

Fobs : valeur de la variable de F de FISHER (*) : différence significative

En se basant sur les indices de comparaison des moyennes avec le test LSD de Fisher, nous avons dégagé deux groupes de gites :

Groupe 1 : Il est constitué par le gite 1, fortement salé (conductivité moyenne 45933,33 µs/cm) (Tableau 27).

Groupe 2 : Il est composé par le gite 2 et le gite 3, faiblement salés. Néanmoins, le gite 3 est un gîte dont la conductivité est plus élevée que celle du gite 2 (Tableau 27).

Tableau 27 : Comparaison des moyennes des caractéristiques physico-chimiques par le test LSD de Fisher au seuil de 5 % dans les gites prospectés au niveau du site Sebkhet Ezzemoul.

Stations	CE (µs/cm)	Na ⁺ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	PO ₄ ⁻³ (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	SO ₄ ⁻ (mg/l)	Ca ⁺² (mg/l)	Mg ⁺² (mg/l)
Station1	45933,33 (a)	7937,85 (a)	5994,21(a)	8,96 (a)	17,54 (a)	37,58 (a)	3,49 (a)	1516,41(a)	7574,86 (a)
Station2	29867,78 (b)	7597,20 (a)	3488,19 (a)	6,72 (a)	14,40 (a)	49,29 (a)	3,30 (a)	1478,28 (a)	8010,93 (a)
Station3	31766,67 (b)	7436,06 (a)	3305,42 (a)	11,17 (a)	15,39(a)	45,11 (a)	3,99 (a)	1078,28 (a)	6884,26 (a)

4.3.2. Analyse typologique du site Chott Tinsilt

4.3.2.1. Caractéristiques physico-chimiques de l'eau

Dans le tableau 28, il apparaît que les mesures des paramètres physico-chimiques des trois gîtes étudiés, ont des valeurs proches d'un gîte à l'autre.

La température de l'eau présente des variations différentes entre les trois stations. Nous avons enregistré une valeur maximale (30 C°) dans la station 3 (gîte 3) et une valeur minimale (17C°) dans la station 1 (gîte 1).

Le PH de l'eau traduit une alcalinité moyenne. Les valeurs enregistrées oscillent entre un minima de 7,04 dans le gîte 2 et un maxima de 8,77 dans le gîte 1. Il ressort aussi du tableau 29 que la conductivité la plus basse est enregistrée dans le gîte 1 (9110 µs/cm), alors que la plus élevée (16550 µs/cm) est observées dans le gîte 3.

Les valeurs des paramètres de pollution (NH₄, NO₂, NO₃, PO₄) sont faibles dans les trois gîtes alors que les valeurs des paramètres des salinités sont élevées dans les trois stations. Les chlorures ont connu la même tendance d'évolution que la conductivité électrique.

Les chlorures atteignent des valeurs élevées dans le gîte 3 (4300 mg/l) et minimales dans le gîte 1 (2475 mg/l). Les teneurs des MES sont faibles (Tableau 28).

Tableau 28 : Matrice des données physico-chimiques du site Chott Tinsilt.

Site	Chott Tinsilt															
	Tem	pH	CE	PO ₄ ³⁻	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	M.E.S	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	HCO ₃	
Printemps	S1	17	8,77	9110	0,20	0,10	0,02	1	0,20	294,80	128	1753,90	22	1,20	2475	54,9
	S2	23	7,04	10330	0,15	0,03	0,00	0,0	0,20	353,80	170,80	1657,38	8,19	1,28	2804	109,8
	S3	30	8,28	16550	0,30	1,06	0,15	1,00	0,32	1129	182	2350	150	2,24	4300	79,3

S1: Station 1

S2: Station 2

S3: Station 3

4.3.2.2. Etude globale des paramètres physico-chimiques (A.C.P)

L'analyse explicative par composante principale (A.C.P) a été effectuée sur un tableau de 15 variables (température d'eau, pH, conductivité électrique, calcium, magnésium, potassium, sodium, bicarbonates, chlorures, sulfates, azote ammoniacal, nitrates, nitrites, orthophosphates et matières en suspension) et de 3 observations.

Les valeurs propres, le cercle de corrélation et la distribution des relevés spatio-temporels sont reportés sur les Figures 60, 61 et 62.

Le plan Factoriel F1 x F2 exprime 100 % de l'information totale sur la distribution des variables physico-chimiques et des stations étudiées (Tableau 29).

Le premier axe factoriel F1 représente 81,68% de cette information, il est déterminé par les bicarbonates (corrélation positive) opposé à l'azote ammoniacal, aux matières en suspension, au potassium, aux nitrites, au calcium, au sodium, aux sulfates, à la conductivité électrique, aux chlorures, aux orthophosphates et à la température (corrélation négative). Selon ces caractères, cet axe est donc représentatif des gites Faiblement salé, non pollués, moins chlorurés et pauvres en particules (partie positive) qui s'opposent aux gites fortement salés, pollués, riches en chlorures et chargés en particules (partie négative de l'axe factoriel F1).

Le deuxième axe factoriel F2 contient 18,32% de l'inertie totale, il est exprimé par le potentiel d'hydrogène et les nitrates (corrélation positive) opposé au magnésium (corrélation négative). L'axe F2 oppose donc des gites non turbides aux gites turbides (Figure 61).

Tableau 29 : Valeurs propres et pourcentages d'inerties pour les deux premiers axes factoriels. (Chott Tisilt)

Axes principaux	Valeurs propres	Pourcentage d'inertie totale	Pourcentage d'inerties cumulées
Axe F1	12,25	81,68%	81,68%
Axe F2	2,75	18,32%	100 %

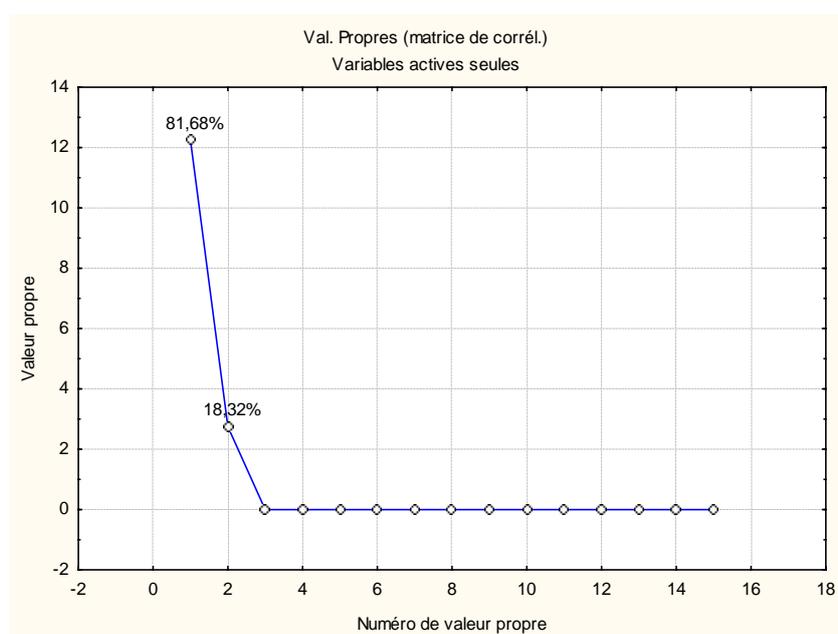


Figure 60 : Valeurs propres selon le plan F1xF2.

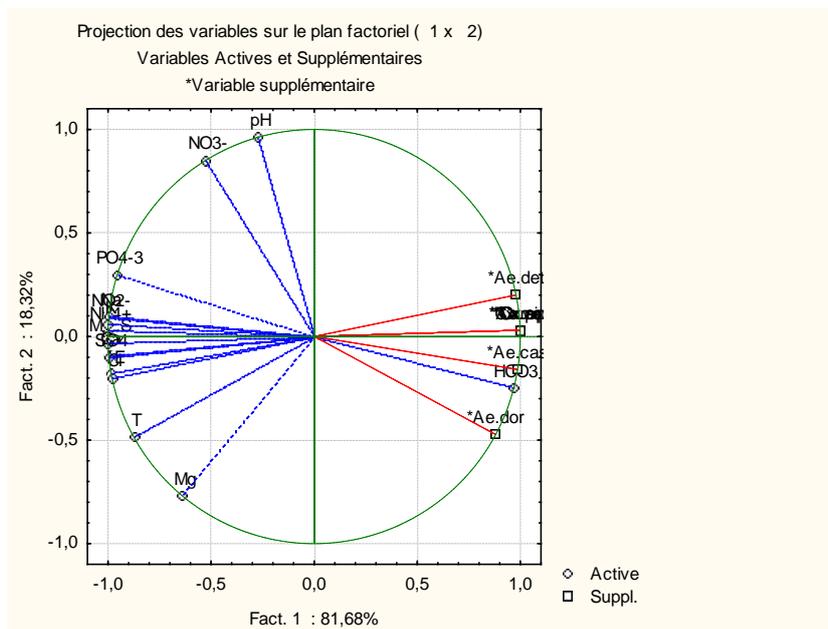


Figure 61: Cercle de corrélation des densités des espèces culicidiennes récoltées et des paramètres physico-chimiques selon les axes factoriels 1 et 2

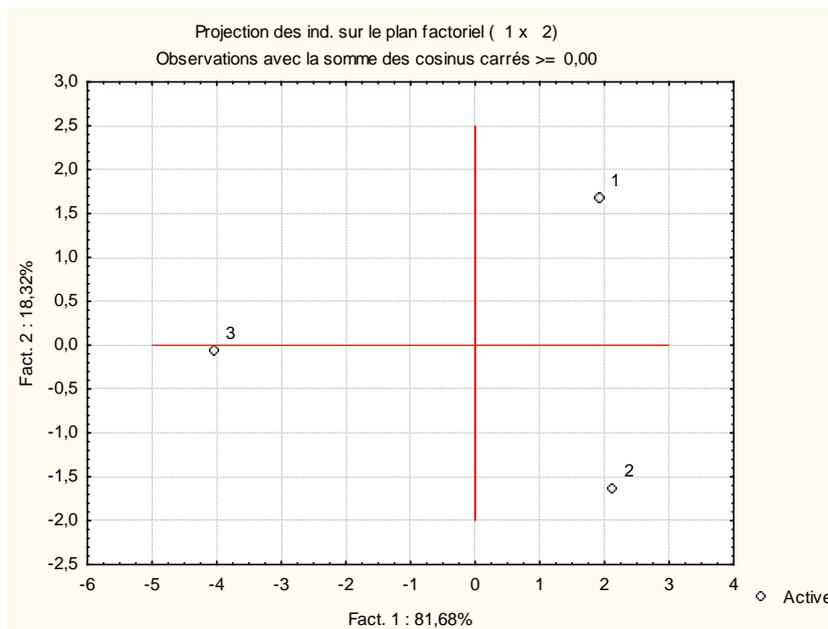


Figure 62: Distribution des relevés spatio-temporels selon le plan F1xF2.

4.3.2.3. Corrélation entre paramètres physico-chimiques

Sur la base de nos résultats, plusieurs corrélations ont pu être identifiées entre l'ensemble des variables durant la période d'étude. Nous avons relevé des corrélations positives et des corrélations hautement positives (Tableau 30).

Tableau 30: Matrice du coefficient de corrélation montrant la relation entre les différents paramètres physico-chimiques analysés

	T	PH	CE	PO4	NH4	NO2	NO3	MES	Ca	Mg	Na	K	SO4	Cl	HCO3
T	1														
PH	-0,232	1,000													
CE	0,947	0,092	1,000												
PO4	0,688	0,547	0,884	1,000											
NH4	0,858	0,301	0,977	0,963	1,000										
NO2	0,824	0,360	0,962	0,978	0,998	1,000									
NO3	0,044	0,962	0,362	0,756	0,552	0,603	1,000								
MES	0,887	0,243	0,988	0,945	0,998	0,992	0,500	1,000							
Ca	0,915	0,181	0,996	0,922	0,992	0,983	0,444	0,998	1,000						
Mg	0,932	-0,568	0,767	0,378	0,614	0,563	-0,320	0,660	0,707	1,000					
Na	0,821	0,366	0,960	0,979	0,998	1,000	0,607	0,992	0,982	0,558	1,000				
K	0,843	0,328	0,971	0,970	1,000	0,999	0,575	0,996	0,988	0,592	0,999	1,000			
SO4	0,917	0,175	0,996	0,920	0,992	0,982	0,439	0,998	1,000	0,711	0,980	0,988	1,000		
Cl	0,953	0,075	1,000	0,876	0,973	0,957	0,346	0,986	0,994	0,778	0,956	0,967	0,995	1,000	
HCO3	-0,723	-0,505	-0,906	-0,999	-0,975	-0,987	-0,723	-0,960	-0,940	-0,423	-0,988	-0,981	-0,938	-0,899	1

4.4. ANALYSE BIOTYPOLOGIQUE

4.4.1. Analyse biotypologique du site Sebkheth Ezzemoul

4.4.1.1. Variations temporelles

A Sebkheth Ezzemoul, la période d'apparition des espèces de Culicidae diffère d'une espèce à l'autre. Il apparaît d'après les résultats reportés sur le tableau 31 et la figure 63 que les larves d'*Aedes dorsalis* sont très nombreuses, elles apparaissent en février, mars, avril, septembre et octobre avec un nombre d'individus variable d'un mois à l'autre. Elles atteignent néanmoins le niveau le plus élevé en septembre avec un effectif de 38 larves.

Concernant l'espèce *Aedes detritus*, peu représentée aux mois d'avril et mai diminuent aux mois de septembre et octobre pour disparaître en novembre et décembre mais réapparaître en janvier, février et mars. Le pic d'apparition des larves coïncide avec le mois de mai (38 larves).

Aedes caspius, *Aedes mariaae*, *Aedes vexans*, *Anopheles sergenti* et *Culiseta longiareolata* sont des espèces rares avec des effectifs larvaires faibles. Ainsi, *Aedes caspius* est apparue en mars, avril et mai, *Aedes mariaae* et *Aedes vexans* en mars et septembre, *Anopheles sergenti* en mars et novembre et enfin *Culiseta longiareolata* en mai.

Le nombre d'individus est variable d'une espèce à l'autre. Le plus grand nombre d'individus par biotope est représenté par l'espèce *Aedes dorsalis* et à un moindre degré par l'espèce *Aedes vexans*.

Tableau 31 : Variations temporelles de la répartition des larves de Culicidés dans les différentes stations prospectées du site Sebkhet Ezzemoul.

Sebkhet Ezzemoul														
Espèces	Mois Station	Fev 09	Mar 09	Avr 09	Mai 09	Jui 09	Sep 09	Oct 09	Nov 09	Dec 09	Jan 10	Fev 10	Mar 10	Total
<i>Aedes dorsalis</i>	S1	20	4	2	0	0	38	16	0	0	0	17	10	107
	S2	6	1	4	0	0	15	3	0	0	0	1	8	38
	S3	35	5	28	0	0	35	31	0	0	0	30	28	192
<i>Aedes detritus</i>	S1	0	1	13	9	0	4	0	0	0	0	2	0	29
	S2	0	5	12	23	0	7	0	0	0	0	1	2	50
	S3	0	9	37	38	0	8	6	0	0	0	15	2	115
<i>Aedes caspius</i>	S1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	S2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	S3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Aedes mariaae</i>	S1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	S2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
	S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aedes vexans</i>	S1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	S2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
	S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anopheles sergenti</i>	S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	S3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
<i>Culiseta longiareolata</i>	S1	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9
	S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		68	28	99	83	0	111	59	1	0	0	66	50	565

S1: Station 1

S2: Station 2

S3: Station 3

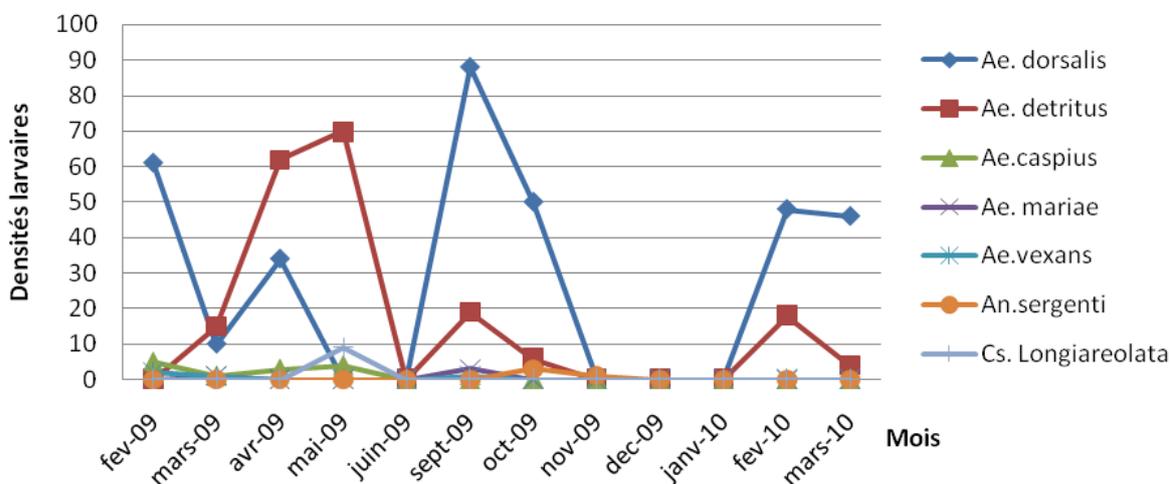


Figure 63 : Evolutions temporelles des espèces culicidienne récoltées dans le site Sebkheth Ezzemoul sur l'ensemble des stations.

La figure ci-dessus (Figure 63) montre que l'activité des culicidés récoltés est à son maximum durant le mois de septembre (111 individus) avec un pic d'activité de deux espèces *Aedes dorsalis* (88 individus) et *Aedes mariaae* (3 individus). Le mois de mai fait ressortir un pic d'activité pour deux espèces *Aedes detritus* (70 individus) et *Culiseta longiareolata* (9 individus) ; le mois de février voit le pic d'activité d'*Aedes caspius* (5 individus) et *Aedes vexans* (2 individus) et enfin le mois d'octobre voit le pic d'activité d'*Anopheles sergenti* (3 individus).

4.4.1.2. Variations de la densité de culicidae en fonction du gite

L'impact des caractéristiques physico- chimiques de l'eau sur les densités larvaires des espèces récoltées de culicidae est découvert par l'analyse de la variance à deux facteurs. Les résultats issus de l'analyse de la variance à deux facteurs montrent que la densité globale des espèces récoltées était significativement différente dans les trois stations échantillonnées ($p < 0,05$) et le test LSD de Fisher permet de former deux groupes. Le premier contient les espèces *Aedes dorsalis* et *Aedes detritus* tandis que toutes les autres espèces appartiennent au deuxième groupe (Tableau 32).

Tableau 32 : Création des groupes pour les espèces récoltées par le test LSD de Fisher au seuil de 5 %

Espèces	Moyenne	Groupes
<i>Aedes dorsalis</i>	10,22	a
<i>Aedes detritus</i>	7,19	a
<i>Aedes caspius</i>	0,30	b
<i>Aedes mariaae</i>	0,15	b
<i>Aedes vexans</i>	0,07	b
<i>Anopheles sergenti</i>	0,11	b
<i>Culiseta longiareolata</i>	0,33	b

Les densités larvaires des espèces *Aedes dorsalis* et *Aedes detritus* sont proches lorsque la salinité est faible (gite 2 et gite 3). Mais dès que la salinité dépasse un certain seuil (CE en moyenne 45933,33 $\mu\text{s/cm}$) (gite1), les densités larvaires de la première espèce sont plus élevées que la deuxième espèce (Tableau 33). La première espèce serait alors plus tolérante à la salinité que la deuxième espèce.

Dans les trois stations échantillonnées, les plus fortes densités de Culicidae sont enregistrées en septembre dans la station 1, au mois de mai dans les stations 2 et en avril dans la station 3. Les plus faibles densités sont enregistrées en juin pour la station 1 et en janvier pour les stations 2 et 3.

Tableau 33 : Comparaison des moyennes des densités larvaires moyennes des espèces récoltées par le test LSD de Fisher au seuil de 5 % dans les trois stations prospectés au niveau du site Sebkheth Ezzemoul.

	<i>Ae.dor.</i>	<i>Ae.det.</i>	<i>Ae.cas.</i>	<i>Ae.mar.</i>	<i>Ae.vex.</i>	<i>An.ser.</i>	<i>Cs.long.</i>
Stations							
Station 1	9,67(ac)	3,22 (bc)	0,11 (bc)	0,11 (bc)	0 (b)	0 (b)	1 (bc)
Station 2	3,56 (bc)	5,56 (c)	0,33 (b)	0,33 (b)	0,22 (b)	0 (b)	0 (b)
Station 3	17,44 (d)	12,78 (ad)	0,44 (bc)	0 (b)	0 (b)	0,33 (b)	0 (b)

Ae.det. : *Aedes detritus*; *Ae.dor.* : *Aedes dorsalis*; *Ae.cas.* : *Aedes caspius*; *Ae.mar.* : *Aedes mariaae* ; *Ae.vex.* : *Aedes vexans*; *An.ser.* : *Anopheles sergenti*; *Cs.lon.* : *Culiseta longiareolata*

4.4.1.3. Corrélation entre les paramètres physicochimiques et les densités larvaires de Culicidae

La relation entre les espèces récoltées et les 15 paramètres physico-chimiques est analysée par l'étude globale du milieu (Figure 58). Les coefficients de corrélation établis à partir de l'analyse globale entre les différents paramètres échantillonnés physico- chimiques et les densités larvaires des espèces récoltées de culicidae apparaissent sur le tableau 34.

La densité larvaire d'*Aedes dorsalis* est corrélée positivement avec les orthophosphates ($r = 0,596$), les nitrites ($r = 0,507$), les nitrates ($r = 0,471$) et négativement avec le calcium ($r = -0,574$), les sulfates ($r = -0,454$), les chlorures ($r = -0,415$) et les bicarbonates ($r = -0,321$) alors que celle d'*Aedes detritus* est corrélée négativement avec le sodium ($r = -0,492$), la conductivité électrique ($r = -0,467$), les nitrites ($r = -0,420$), les nitrates ($r = -0,388$) et le magnésium ($r = -0,416$) (Tableau 34).

Pour l'espèce *Anopheles sergenti*, leur densité larvaire est liée positivement avec les orthophosphates ($r = 0,782$) et le magnésium ($r = 0,338$) et négativement avec les sulfates ($r = -0,293$) (Tableau 34).

Concernant les autres espèces à savoir : *Aedes caspius*, *Aedes vexans*, *Aedes mariaae* et *Culiseta longiareolata*, elles ont des corrélations faibles avec les paramètres physico-chimiques étudiés (Tableau 34).

Tableau 34 : Matrice de corrélation entre les différents paramètres physico-chimiques et les densités larvaires des espèces de Culicidae récoltées au niveau du site Sbkhet Ezzemoul.

	T (°C)	Ph	CE	PO4	NH4	NO2	NO3	MES	Ca	Mg	Na	K	SO4	Cl	HC03
Ae.dor.	-0,192	-0,230	-0,067	0,596	0,211	0,507	0,471	-0,315	-0,574	0,108	-0,319	0,012	-0,454	-0,415	-0,321
Ae.det.	0,213	-0,043	-0,467	-0,219	-0,271	-0,420	-0,388	0,064	-0,088	-0,416	-0,492	-0,298	0,024	0,081	0,282
Ae.cas.	0,141	-0,060	-0,260	-0,207	-0,191	-0,343	-0,226	0,084	0,035	-0,277	-0,267	-0,219	0,035	0,133	0,276
Ae.mar.	-0,035	-0,267	0,035	0,058	0,080	0,122	0,107	-0,064	-0,260	-0,223	-0,287	-0,182	-0,188	-0,037	0,011
Ae.vex.	-0,091	-0,148	-0,019	-0,020	-0,042	-0,016	-0,042	-0,055	-0,242	-0,247	-0,176	-0,203	-0,032	0,068	-0,022
An.ser.	-0,077	-0,182	0,042	0,782	0,204	0,091	0,180	-0,074	-0,092	0,338	-0,054	-0,141	-0,293	-0,123	-0,180
Cs.long.	0,180	-0,055	-0,114	-0,131	-0,023	-0,218	-0,288	0,220	0,159	-0,172	-0,177	-0,137	0,017	0,100	0,114

Ae.det. : *Aedes detritus*; **Ae.dor.** : *Aedes dorsalis*; **Ae.cas.** : *Aedes caspius*; **Ae.mar.** : *Aedes mariaae*; **Ae.vex.** : *Aedes vexans*; **Ae.sp.**; **An.ser.** : *Anopheles sergenti*; **Cs.lon.** : *Culiseta longiareolata*

4.4.1.4. Associations faunistiques des Culicidae

Selon les résultats du tableau 35, il ressort deux associations positives l'une concerne l'espèce *Ae. Detritus* avec l'espèce *Ae. caspius* et l'autre l'espèce *Ae. mariae* avec *Ae. vexans*.

Tableau 35 : Matrice de corrélation entre les densités larvaires des espèces de culicidae récoltées au niveau du site Sbkhet Ezzemoul.

	<i>Ae.det.</i>	<i>Ae.dor.</i>	<i>Ae.cas.</i>	<i>Ae.mar.</i>	<i>Ae.vex.</i>	<i>An.ser.</i>	<i>Cs.long.</i>
<i>Ae.det.</i>	1						
<i>Ae.dor.</i>	0,132	1					
<i>Ae.cas.</i>	0,507	-0,207	1				
<i>Ae.mar.</i>	-0,041	0,04	-0,012	1			
<i>Ae.vex.</i>	-0,033	-0,05	-0,09	0,648	1		
<i>An.ser.</i>	-0,023	0,324	-0,062	-0,049	-0,055	1	
<i>Cs.long.</i>	0,035	-0,159	-0,062	-0,049	-0,055	-0,038	1

Ae.det. : *Aedes detritus*; *Ae.dor.* : *Aedes dorsalis*; *Ae.cas.* : *Aedes caspius*; *Ae.mar.* : *Aedes mariae*; *Ae.vex.* : *Aedes vexans*; *An.ser.* : *Anopheles sergenti*; *Cs.lon.* : *Culiseta longiareolata*

4.4.2. Analyse biotypologique du site Chott Tinsilt

4.4.2.1. Phénologie des espèces de culicidae

A chott Tinsilt, la majorité des espèces récoltées au niveau de ce site sont apparues en mai (Tableau 36).

Le tableau ci-dessous (Tableau 36) nous montre que le mois de mai est celui qui voit l'activité culicidienne la plus élevée avec 48 individus capturés réparties entre *Aedes detritus* (22 individus), *Aedes dorsalis* (2 individus), *Aedes caspius* (10 individu), *Aedes vexans* (2 individu), *Culex pipiens* (9 individus), *Culex antennatus* (1 individu), *Culex modestus* (1 individu) et *Culex sp.* (1 individu).

Tableau 36 : Variations saisonnières de la répartition des larves de Culicidés dans les différentes stations prospectées du chott Tinsilt.

Espèces	Mois Stations	Fev 09	Mar 09	Avr 09	Mai 09	Jui 09	Total	
<i>Aedes dorsalis</i>	S1	0	1	0	0	0	0	3
	S2	0	0	0	0	0	0	
	S3	0	0	0	2	0	3	
<i>Aedes detritus</i>	S1	0	0	0	0	0	0	26
	S2	0	0	4	0	0	4	
	S3	0	0	0	22	0	22	
<i>Aedes caspius</i>	S1	0	2	0	0	0	2	12
	S2	0	0	0	0	0	0	
	S3	0	0	0	10	0	10	
<i>Aedes vexans</i>	S1	0	0	0	0	0	0	2
	S2	0	0	0	0	0	0	
	S3	0	0	0	2	0	2	
<i>Culex antennatus</i>	S1	0	0	0	0	0	1	1
	S2	0	0	0	0	0	0	
	S3	0	0	0	1	0	0	
<i>Culex pipiens</i>	S1	0	0	0	0	0	0	9
	S2	0	0	0	0	0	0	
	S3	0	0	0	9	0	9	
<i>Culex modestus</i>	S1	0	0	0	0	0	0	1
	S2	0	0	0	0	0	0	
	S3	0	0	0	1	0	1	
<i>Culex sp.</i>	S1	0	0	0	0	0	0	1
	S2	0	0	0	0	0	0	
	S3	0	0	0	1	0	1	
Total		0	3	4	48	0	55	

S1: Station 1

S2: Station 2

S3: Station 3

4.4.2.2. Variations de la densité des Culicidae en fonction du gîte

L'analyse de la variance appliquée pour les trois stations (Tableau 36), montre que la population culicidienne étudiée ne présente pas une différence significative, que se soit entre les stations ou bien entre les espèces récoltées durant la période d'étude. Cela s'explique par les caractéristiques écologiques des stations d'étude.

4.4.2.3. Corrélation entre les paramètres physicochimiques et les densités larvaires de Culicidae

Il apparaît d'après les résultats qui sont reportés sur le tableau 37 que les bicarbonates sont corrélés avec les densités larvaires des espèces récoltés de façon négative. Tandis que le pH ne semble pas avoir d'effet sur la densité de toutes les espèces récoltées.

Tableau 37 : Matrice de corrélation entre les différents paramètres physico-chimiques et les densités larvaires des espèces de Culicidae récoltées au niveau du site Chott Tinsilt.

	T	PH	CE	PO4	NH4	NO2	NO3	MES	Ca	Mg	Na	K	SO4	Cl	HCO3
<i>Ae.dor.</i>	0,538	0,695	0,779	0,982	0,895	0,921	0,866	0,866	0,833	0,196	0,923	0,907	0,829	0,769	-0,971
<i>Ae.det.</i>	0,953	0,074	0,999	0,875	0,973	0,957	0,345	0,985	0,994	0,779	0,955	0,966	0,995	1,000	-0,898
<i>Ae.cas.</i>	0,784	0,422	0,942	0,990	0,992	0,998	0,655	0,982	0,968	0,507	0,998	0,995	0,967	0,936	-0,996
<i>Ae.vex.</i>	0,887	0,243	0,988	0,945	0,998	0,992	0,500	1,000	0,998	0,660	0,992	0,996	0,998	0,986	-0,960
<i>Cx.pip.</i>	0,887	0,243	0,988	0,945	0,998	0,992	0,500	1,000	0,998	0,660	0,992	0,996	0,998	0,986	-0,960
<i>Cx.ant.</i>	0,887	0,243	0,988	0,945	0,998	0,992	0,500	1,000	0,998	0,660	0,992	0,996	0,998	0,986	-0,960
<i>Cx.mod.</i>	0,887	0,243	0,988	0,945	0,998	0,992	0,500	1,000	0,998	0,660	0,992	0,996	0,998	0,986	-0,960
<i>Cx.sp.</i>	0,887	0,243	0,988	0,945	0,998	0,992	0,500	1,000	0,998	0,660	0,992	0,996	0,998	0,986	-0,960

Ae.det. : *Aedes detritus*; *Ae.dor.* : *Aedes dorsalis*; *Ae.cas.* : *Aedes caspius*; *Ae.vex.* : *Aedes vexans*; *Clx.ant.* : *Culex antennatus*; *Clx.pip.* : *Culex pipiens*; *Clx.mod.* : *Culex modestus*; *Clx.sp.* : *Culex sp.*

4.4.2.4. Associations faunistiques des Culicidae

D'après tableau 38, il ressort que toutes les espèces inventoriées sont associées entre elles. Nos résultats nous indiquent aussi que les quatre espèces du genre *Culex* (*Culex pipiens*, *Culex antennatus*, *Culex modestus* et *Culex sp.*) et les deux espèces du genre *Aedes* (*Aedes detritus* et *Aedes vexans*) sont les moins associées à l'espèce *Aedes dorsalis*.

Aedes dorsalis est corrélée positivement avec *Aedes caspius* ($r = 0,945$), *Aedes detritus* ($r = 0,768$), *Aedes vexans* ($r = 0,866$), *Culex pipiens* ($r = 0,866$), *Culex antennatus* ($r = 0,866$), *Culex modestus* ($r = 0,866$) et *Culex sp* ($r = 0,866$).

Tableau 38 : Matrice de corrélation entre les densités larvaires des espèces de culicidae récoltées au niveau du site Chott Tinsilt.

	<i>Ae.dor.</i>	<i>Ae.det.</i>	<i>Ae.cas.</i>	<i>Ae.vex.</i>	<i>Cx.pip.</i>	<i>Cx.ant.</i>	<i>Cx.mod.</i>	<i>Cx.sp.</i>
<i>Ae.dor.</i>	1							
<i>Ae.det.</i>	0,768	1						
<i>Ae.cas.</i>	0,945	0,935	1					
<i>Ae.vex.</i>	0,866	0,985	0,982	1				
<i>Cx.pip.</i>	0,866	0,985	0,982	1	1			
<i>Cx.ant.</i>	0,866	0,985	0,982	1	1	1		
<i>Cx.mod.</i>	0,866	0,985	0,982	1	1	1	1	
<i>Cx.sp.</i>	0,866	0,985	0,982	1	1	1	1	1

Ae.det. : *Aedes detritus*; *Ae.dor.* : *Aedes dorsalis*; *Ae.cas.* : *Aedes caspius*; *Ae.vex.* : *Aedes vexans*; *Clx.ant.* : *Culex antennatus*; *Clx.pip.* : *Culex pipiens*; *Clx.mod.* : *Culex modestus*; *Clx.sp.* : *Culex sp.*

CHAPITRE 5 : DISCUSSION

Durant nos prospections, nous avons identifié 11 espèces de Culicidae dans les deux sites (Sebkhet Ezzemoul et Chott tinsilt). Il s'agit d'*Aedes (Ochlerotatus) detritus*, *Aedes (Ochlerotatus) dorsalis*, *Aedes (Ochlerotatus) caspius*, *Aedes (Ochlerotatus) mariae*, *Aedes vexans*, *Anopheles sergenti*, *Culiseta longiareolata*, *Culex pipiens*, *Culex antennatus*, *Culex modestus* et *Culex sp.* Les espèces identifiées appartiennent à deux sous-familles (Culicinae et Anophelinae) et à trois genres (*Culex*, *Aedes* et *Anopheles*).

De toutes ces espèces de moustique, seules 8 (appartenant toutes à la sous-famille des Culicinae) ont été capturées dans les gîtes de Chott Tinsilt. Il s'agit de : *Aedes (Ochlerotatus) detritus*, *Aedes (Ochlerotatus) dorsalis*, *Aedes (Ochlerotatus) caspius*, *Aedes vexans*, *Culex pipiens*, *Culex antennatus*, *Culex modestus* et *Culex sp.*

Les gîtes larvaires du lac Sebkhet Ezzemoul sont représentés par 7 espèces de moustiques, dont 6 appartiennent à la sous-famille des Culicinae (*Aedes (Ochlerotatus) detritus*, *Aedes (Ochlerotatus) dorsalis*, *Aedes (Ochlerotatus) caspius*, *Aedes mariea*, *Aedes vexans*, *Culiseta longiareolata*) et une seule à la sous-famille des Anophelinae (*Anopheles sergenti*).

Le genre *Aedes* occupe la première position pour les deux sites, avec 5 espèces : *Aedes detritus*, *Aedes dorsalis*, *Aedes caspius*, *Aedes marea* et *Aedes vexans*.

Les résultats de nos recherches sont compatibles avec de nombreux travaux. Ainsi, dans la région de Skikda Boulknafet (2007) note la présence de 30 espèces dont 7 appartenant au genre *Anopheles*, 13 au genre *Culex*, 7 au genre *Aedes* (*Aedes caspius*, *Aedes dorsalis*, *Aedes vittatus*, *Aedes mariae*, *Aedes detritus* et *Aedes biskraensis*), 3 appartenant au genre *Culiseta*. Dans la région de Oued Righ (Touggourt et Djamaa), Bebbi (2004) rapporte que la faune Culicidienne est largement représentée par 13 espèces : 1 du genre *Anopheles*, 7 du genre *Aedes*, 4 du genre *Culex* et 1 du genre *Culiseta*.

Gillot et al (1976) rapportent l'existence de 30 espèces de Culicidae dans la région Rhone-Alpes : 3 du genre *Anopheles*, 5 du genre *Culex*, 15 du genre *Aedes*, 2 du genre *Coquilettidia* et 5 du genre *Culiseta*.

Senevet et Andarelli (1960) rapporte la présence de 5 espèces d'*Anopheles*, 5 espèces d'*Aedes*, 2 espèces de *Culiseta* et 8 espèces de *Culex* à Oran. 4 espèces d'*Anopheles*, 3 espèces d'*Aedes*, 2 espèces de *Culiseta* et 6 espèces de *Culex* à Constantine. 8 espèces

d'*Anopheles*, 4 espèces d'*Aedes*, 2 espèces de *Culiseta* et 8 espèces de *Culex* sont identifiées au Sahara.

Benhissen et *al* (2014) signalent la présence de 11 espèces dans la région d'Ouled-Djellal dans la wilaya de Biskra : 1 du genre *Anopheles*, 7 du genre *Culex*, 2 du genre *Aedes* et 1 du genre *Culiseta*.

- **Sebkhet Ezzemoul**

Notre étude s'est achevée par la détermination de trois espèces cosmopolites qui sont *Aedes dorsalis*, *Aedes detritus* et *Aedes caspius*. Les deux premières espèces ont une distribution très vaste.

Contrairement aux espèces *Aedes dorsalis* et *Aedes detritus*, les espèces *Aedes caspius*, *Aedes mariae*, *Aedes vexans*, *Anopheles sergenti* et *Culiseta longiareolata* apparaissent comme très rare. Cette rareté peut s'expliquer par le pouvoir de tolérance de chaque espèce envers le gîte qu'elle colonise et par les caractéristiques physicochimiques de ce gîte. Elles montrent des corrélations faibles envers ses caractéristiques. La salinité de l'eau des gîtes est la principale cause d'une pauvreté de la faune aquatique observée dans ces gîtes.

Selon Pages et *al*. (2007), la présence des gîtes favorables détermine la présence des espèces. Au vu des paramètres physico-chimiques étudiés, les deux espèces *Aedes dorsalis* et *Aedes detritus* semblent être attirés par les eaux faiblement salées (gîte 3), ce qui se traduit par un développement rapide et une prolifération intense dans le gîte.

La salinité de l'eau rend les gîtes larvaires plus propices aux espèces vectrices *Aedes dorsalis* et *Aedes detritus* qui sont des espèces nettement halophiles.

La présence d'*Aedes dorsalis* dans les mêmes types des gîtes où l'eau est strictement salée, a déjà été signalé par Brunhes et *al*. (1999) qui révèle l'existence de cette espèce dans des mares et marécage dont l'eau est saumâtre ou salée. De même, Rioux et Arnold (1955), Rageau et *al*. (1970), Boulkenafet (2007), El joubari et *al*. (2014) signalent la présence d'*Ochlerotatus dorsalis* dans des eaux saumâtres. Elle a été identifiée généralement de février à novembre (El Ouali Lalami et *al*., 2010 a). Nous avons pu la détecter en février, mars, avril, septembre et octobre. Cette espèce présente un développement discontinu durant les périodes printanière, automnale et hivernale et une interruption en été.

En deuxième position, vient l'espèce *Aedes detritus* avec une abondance de 34,34%. Pandazis (1935) in El joubari et *al*. (2014) trouve les larves de cette espèce dans une lagune

dont l'eau a une salinité à peu près égale à celle de la mer. Les larves de cette espèce apparaissent en mars, avril, mai, elles disparaissent en juin pour réapparaître en septembre et en octobre, puis elles disparaissent en novembre, décembre, janvier pour réapparaître en février. Cette espèce présente un développement discontinu au printemps, en automne et en hiver pour s'interrompre en été. Selon les auteurs Senvet et Andarelli (1954) ; Juniner et *al.* (1964) ; Himmi et *al.* (1998), cette espèce présente un développement continu automno-hivernale.

Le genre *Anopheles* est représenté par une seule espèce *Anopheles sergenti*. Cette espèce est rencontrée uniquement en automne (3 individus en octobre et 1 individu en novembre) dans les eaux faiblement salées et riche en nitrites, nitrates et orthophosphates (gîte 2 et 3), à pH légèrement alcalin (7,24-7,32) et température basse (10 C°-22 C°). Selon nos résultats de corrélation, le PO₄ est le paramètre le plus important qui favorise sa prolifération. Les fortes concentrations en phosphore relevées témoignent d'une pollution organique d'origine anthropique et industrielle et illustrent bien à quel point l'écosystème se défend par l'autoépuration pour lutter contre l'eutrophisation (Serghini et *al.*, 2010). Nos résultats ne sont pas en accord avec ceux de Rageau et Adam (1952), Louah (1995), El Ouali Lalami et *al.* (2010a, 2010b) qui affirment que les larves d'*Anopheles* préfèrent des eaux douces, bien oxygénées, à température élevée avec des teneurs basses en éléments phosphorés. Elle a été retrouvée en faible densité (moins de 10 individus) particulièrement au cours des mois de juin, juillet et août (El Ouali Lalami et *al.*, 2010 a). Hammadi et *al.* (2009) confirment leur présence dans les gîtes larvaires faiblement salés (2 à 4 g/l), avec un pH légèrement alcalin (7,8 - 8,5), pendant toute l'année avec un maximum de densité d'avril à juin.

Le genre *Culiseta* comporte une seule espèce *Culiseta longiareolata*. Les larves de cette espèce sont rencontrées uniquement au printemps, dans les eaux fortement salées (gîte1), à pH légèrement alcalin (7,68). Les larves de ce moustique peuvent coloniser des gîtes très variés que ce soit permanents ou temporaires, ombragés ou ensoleillés, remplis d'eau douce ou saumâtre, propre ou polluée tels que les bassins, les abreuvoirs, les puits abandonnés, les creux de rochers, les rizières, les canaux (Brunhes et *al.*, 1999). Andarelli (1954) affirme que *Culiseta longiareolata* est une espèce commune dans presque tous les types de gîtes de juin à novembre. En revanche Himmi et *al.* (1998) affirment que cette espèce présente un développement continu automno-hiverno-printanier.

L'élévation de la température au cours de la saison estivale (30C°) est le principal facteur d'une évaporation intense dans le gîte 1 en juin qui, par conséquent, est l'agent principal de l'augmentation des concentrations de sel dans les eaux (83100 µs/cm) et l'absence totale des larves de culicidae. L'élévation thermique de certains gîtes à caractère temporaire (les mares) n'agit pas directement sur la diminution de l'effectif mais d'une manière indirecte en favorisant la migration des adultes vers des gîtes hypogés (Benkalfate-El Hassar, 1991). La température et la salinité peuvent ainsi favoriser ou limiter la croissance des larves (Himmi *et al.*, 1998). La température influe sur le degré d'évapotranspiration et par conséquent elle agit sur le taux de salinité des eaux (Mamou 1990 in Remini 2005). La distribution des vecteurs est notamment limitée par les températures minimales et maximales qui empêchent leur survie d'une saison à l'autre (Mellor et Leake, 2000 in Toussaint *et al.*, 2006). La remise en eau provoque une réactivation des œufs et l'apparition de nouvelles générations (Hassaine, 2001 ; Bouchite *et al.*, 1977). Les vecteurs constituent une fraction importante des captures en début de saison des pluies mais leur fréquence s'abaisse ensuite au moment des grosses pluies (lessivage des gîtes), et de l'apparition d'une macrofaune constituée d'autres espèces de culicidae (*Culex*, *Anopheles*) et de prédateurs (Bouchite *et al.*, 1977). Nos résultats corroborent les travaux de Hassaine (2001) et Bouchite *et al.* (1977) et expliquent l'augmentation des effectifs en septembre (111 individus) lors de la remise en eau. Par ailleurs, aucune larve de culicidae n'a été récoltée au cours des prospections des gîtes larvaires G2 et G3 en novembre, décembre et janvier. Cette disparition des larves malgré la présence d'eaux pourrait correspondre à un arrêt de l'oviposition chez les femelles qui survivent. Pour le gîte 1, en hiver (novembre et décembre), les densités sont nulles à cause de l'assèchement de ce gîte.

Le pH de l'eau reflète l'activité biologique du milieu parce qu'il influe sur la production de la matière organique (alcalinisation du milieu) (Westlake et Ladle, 1995 in Serghini *et al.*, 2010) ou par la dégradation de la matière organique (acidification de l'eau) (Serghini *et al.*, 2010), pour laquelle on indique généralement un pH compris entre 5 et 9 (Rodier, 1984) et entre 6,5 et 8,5 (Angelli, 1980). Selon nos résultats le pH qui oscille entre 6.89 et 8.88 ne semble pas jouer un rôle dans le contrôle du développement larvaire, les larves des espèces récoltées de culicidae se développent à pH basique. Nos résultats corroborent ceux de Berchi *et al.* (2012) et ne corroborent pas avec ceux de d'Alwis et Munasinghe (1971) in Robert *et al.* 1988. Ces derniers auteurs soulignent en effet l'influence du pH sur le contrôle du développement larvaire, contrairement à nos investigations.

Les orthophosphates, les nitrites et les nitrates sont les paramètres les plus importants qui favorisent la prolifération des larves d'*Aedes dorsalis*. Les auteurs Darriet et Corbel 2008 suggèrent que, dans le gîte « positif » où les larves de moustiques ingèrent la matière organique, la turbidité des eaux diminue, ce qui permet à l'azote organique de s'acheminer vers la voie de la minéralisation ($\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$) via l'activité des bactéries nitrifiantes. La transformation des ions NH_4^+ en nitrites puis en nitrates nécessite une forte demande en oxygène. Ces réactions d'oxydation expliquent la faible teneur en oxygène dissout relevée dans le gîte « positif ». Le milieu utilise les nitrates comme source d'oxygène pour sa minéralisation et son autoépuration et par conséquent son équilibre écologique (Serghini et al., 2010). La présence des Nitrites dans l'eau en quantité importante dégrade la qualité de l'eau (Belghiti et al., 2013 in Belayadi, 2009).

Une légère diminution en nitrites et en orthophosphates est enregistrée en saison printanière (mars-09). Cette diminution est due soit à une dégradation par la flore microbienne soit à une dilution soit à une précipitation.

Les densités larvaires les plus faibles sont observées en hiver. Cette constatation rejoint celles de Roubaud (1933) ; Rioux *et al.* (1965) ; Berchi *et al.* (2012) ; Kadhem *et al.*, 2014 ; Thangamathi *et al.*, 2014. Contrairement aux observations de ces auteurs, Subra (1973) rapporte qu'une diminution de la température de l'eau est à l'origine de l'allongement de la vie des stades larvaires expliquant ainsi l'apparition de fortes densités préimaginales.

Les périodes automnale et printanière sont associées à une importante prolifération de Culicidae. L'évolution larvaire observée durant ces périodes peut être due à de multiples causes dont les plus courantes sont la présence de la matière nutritive disponible dans les gîtes (Cléments, 1963 in Subra, 1971 in Berchi *et al.*, 2012), l'influence des facteurs écologiques ; un ralentissement du développement larvaire consécutif à la baisse de température (Subra, 1973 ; Bechi, 2012), l'attractivité des femelles gravides vis-à-vis d'un gîte (Subra, 1973).

Les prospections effectuées au printemps révèlent de faibles écarts de précipitation entre le mois de l'année pendant lequel les densités sont faibles et le même mois de l'année suivante où des larves étaient présentes avec des densités élevées. C'est le cas de notre site dans lequel l'effectif des larves (28 individus) observé au mois de mars 2009 est faible alors qu'au mois de mars 2010, il est plus élevé. Le relevé en cette période indique un relevé de 50 individus, alors que les précipitations sont respectivement de 32,7mm et 42,6mm. Ceci pose le problème du seuil selon lequel le cycle de développement larvaire serait effectivement interrompu.

Entre les trois gîtes choisis, il existe des variations et des différences des densités larvaires qui permettent de distinguer des biotopes préférentiels pour certaines espèces. La densité larvaire des espèces récoltées est plus élevée dans le gîte 3 que dans le gîte 1 et le gîte 2. Néanmoins, le gîte 3 est un gîte dont la conductivité est plus élevée (en moyenne 31766,7 $\mu\text{s}/\text{cm}$) que dans le gîte 2 (en moyenne 2986,8 $\mu\text{s}/\text{cm}$). Il apparaît dans ce cas que la conductivité joue un rôle déterminant sur l'évolution des stades larvaires. Ce résultat n'est pas en accord avec Benkalfate-El Hassar 1991 qui signale que les densités larvaires diminuent lorsque la conductivité augmente. Les densités larvaires d'*Aedes dorsalis* et *Aedes detritus* sont bien distinctes, elles sont bien plus élevées que celles des autres espèces récoltées. Les espèces *Aedes caspius*, *Aedes mariaae*, *Aedes vexans*, *Anopheles sergenti* et *Culiseta longiareolata* ont des densités larvaires semblables, elles préfèrent se développer dans des milieux à faible minéralisation. En effet, les résultats révèlent leur intolérance aux concentrations élevées en sels dissous. Par ailleurs les espèces *Aedes dorsalis* et *Aedes detritus* sont halophiles, ce qui expliquerait leur prolifération dans les gîtes où le taux de salinité est important. Selon Kadhem et al. (2014), la salinité a un impact négatif sur la propagation des espèces et la densité des larves, à l'exception de l'espèce *Aedes caspius*, qui, selon cet auteur montre une grande adaptation avec l'augmentation de la salinité.

Cette caractéristique physico-chimique primordiale qu'est la conductivité semble le facteur limitant de la distribution de différentes espèces récoltées (*Aedes detritus*, *Aedes dorsalis*, *Aedes caspius*, *Aedes mariaae*, *Aedes vexans*, *Anopheles sergenti*, *Culiseta longiareolata*) au niveau de l'aire d'étude. Cette observation confirme celle d'El Joubari et al. (2014) qui ont révélée plusieurs groupements de stations et d'espèces en fonction de nombreux paramètres, principalement la salinité.

La période d'activité maximale des culicidés n'est pas la même pour toutes les espèces, certaines ont une activité printanières, certaines estivales et d'autres sont plus actives en automne (Belayadi, 2009). Au cours de notre période d'étude, nous avons remarqué que les pics d'activité des espèces de culicidés capturées ne se situent pas toujours le même mois. *Ae. Detritus* par exemple est l'espèce les plus active à la fin du printemps, d'autres manifestent un pic d'activité à la fin de l'hiver et le début de l'automne, et surtout durant le mois de septembre c'est le cas de l'espèce *Aedes dorsalis*. Connaitre la période d'apparition des espèces de moustiques vulnérantes pour l'homme est très importante, afin de programmer et

gérer les méthodes de lutte, en particulier l'utilisation des insecticides (El Ouali Lalami et al., 2010 a).

La valeur de l'indice de diversité de Schannon (0,42 bit) est inférieure à celle de la diversité maximale (0,85), il ressort que les Culicidae sont peu diversifiés et la richesse spécifique est moins importante. La faible diversité peut s'expliquer par la dominance des deux espèces *Aedes dorsalis* et *Aedes detritus* sur les autres espèces récoltées. En effet, l'indice de diversité tient compte de la représentativité de chaque espèce. Notons qu'une espèce représentée par un très petit nombre d'individus, peut avoir une forte constance, si elle est présentée dans plusieurs prélèvements appartenant à une même association (Chevin, 1966 in Bebb, 2004). Cependant la valeur de l'indice d'équirépartition est 0,49 soit de l'ordre 49%, ce qui implique l'existence d'un peuplement culicidien moyennement équilibrée. L'indice de concentration de LEGENDRE et LEGENDRE représente 47%. Cela nous renseigne sur le fait que deux spécimens du peuplement culicidien sont de la même espèce.

L'influence des caractéristiques physico-chimiques des gîtes larvaires sur la colonisation par différentes espèces culicidiennes a déjà été notée (Doby & Mouchet, 1957; Subra, 1971 ; Mogi et al., 1986 in Robert et al., 1988 ; Beaux, 1998 ; Pelizza et al., 2007 ; Darriet et Corbel ,2008 ; El Ouali Lalami et al., 2010b ; Olayemi et al., 2010 ; Bhaskar Rao, 2011; Berchi et al., 2012 ; Krida et al., 2012 ; Ahmedou Salem Mohamed Salem et al., 2013; kadhem et al., 2014 ; Thangamathi et al., 2014).

- **Chott Tinsilt**

Concernant le site Chott Tinsilt, au terme de notre travail, l'analyse de la composition du peuplement culicidien révèle l'existence de 8 espèces appartenant à deux genres : *Aedes* et *Culex*. Le premier est représenté par *Aedes_(Ochlerotatus) detritus*, *Aedes (Ochlerotatus) dorsalis*, *Aedes (Ochlerotatus) caspius*, *Aedes vexans* et le deuxième est représenté par *Culex pipiens*, *Culex antennatus*, *Culex modestus* et *Culex sp.*

Aedes detritus est l'espèce la plus abondante dans le site avec 47,27%. Ce résultat s'explique par le fait qu'*Aedes detritus* présente une plasticité écologique et une capacité à coloniser des gîtes salés. La présence de cette espèce dans les gîtes salés est rapportée par plusieurs auteurs (Kirkpatrick, 1925 ; Marshall, 1938 ; Burke, 1946 ; Natvig, 1948 ; Rioux, 1958 ; Service, 1968 ; El kaïm, 1972 ; Bouattour et al., 1995 ; Himmi, 2007 ; Krida et al., 2012 ; El joubari et al., 2014). Les fortes densités préimaginales d'*Ae. Detritus* sont associées

à des teneurs élevées en sels dans les eaux des gîtes 2 et 3. Néanmoins, le gîte 3 est un gîte dont la conductivité est plus élevée (en moyenne 16550 $\mu\text{s}/\text{cm}$) que dans le gîte 2 (en moyenne 10330 $\mu\text{s}/\text{cm}$).

Aedes caspius est la deuxième espèce capturée avec une abondance de 21,82 %. Cette espèce montre une accessibilité remarquable dans les gîtes où l'eau est salée, comme c'est le cas des gîtes 1 et 3. *Ae. Caspius* est une espèce faiblement halophile (Beadle, 1939 ; Harant et Rioux, 1953). Le même résultat rapporté par El Kaïm (1972) et *Krida et al.* (2012). Ces derniers auteurs signalent toutefois que les taux très élevés de salinité, tolérés par *Aedes detritus* semblent létaux pour *Aedes caspius* et contribuent quelquefois à l'installation d'un peuplement larvaire monospécifique représenté par *Aedes detritus*. D'autres auteurs rapportent des résultats contradictoires, ainsi Himmi (2007) signale qu'*Aedes caspius* semble tolérer des concentrations plus élevées en sels dissous que celles tolérées par *Aedes detritus*.

Culex pipiens est la troisième espèce capturée avec une abondance de 16,36 %. Elle est récoltée dans une seule gîte (gîte 3), cela peut s'expliquer par l'abaissement de la température qui est enregistré dans les deux gîtes 1 et 2. D'après Gashen (1932) in Boulkenafet (2007), l'augmentation de la vitesse d'évolution larvaire de *Cx pipiens* est fonction de l'élévation de la température et par conséquent l'abaissement de la température peut diminuer l'évolution de cette larve. Dans nos prospections, elle semble préférer les eaux salées et légèrement polluées. Cette espèce montre une tolérance à l'égard des eaux polluées (Brunhes et al., 1999 ; Berchi , 2000 ; Berchi et al., 2012). Vigo (1974) et Louah (1995) signalent une inclination des larves de cette espèce pour les gîtes salés alors que Trari (1991) cité par Berchi et al. (2012) signale la préférence de *Culex pipiens* pour les eaux douces. Cette espèce cohabite avec toutes les espèces récoltées. Aussi sa grande répartition lui permet d'être associée à plusieurs espèces (Rioux, 1958 ; Senevet et Andarelli, 1964 ; Mouchet et al., 1970 ; Elkaim, 1972 ; Elena et Elena ,2007). La présence de cette espèce dans les mêmes types des gîtes où l'eau est fraîche et pure, a été déjà signalé par plusieurs auteurs comme Senevet et Andarelli (1960) ; Berner (1974).

Les espèces *Cx. antennatus*, *Cx. modestus* et *Cx. sp.* Très faiblement représentées, avec une abondance 1,82% pour chacune, sont récoltées dans le même gîte de *Culex pipiens*. Rioux (1958) signale que le biotope optimal de *Culex modestus* est représenté par la rizière à débit lent dont l'eau est très aérée et légèrement salé. De même Brunhes (1999) affirme que

les larves de ce culicide se développent dans les rizières, les canaux d'irrigations, les marais semi permanent où l'eau est douce et légèrement salée. Par ailleurs Brunhes *et al.* (1999) signalent que les eaux des gîtes larvaires de *Culex antennatus* (trou d'empruntes, marais, mare drain, etc.) sont généralement ensoleillées et douces, elles peuvent être salées.

Les paramètres physico-chimiques à savoir, la température, le pH, la conductivité, l'orthophosphate, l'azote ammoniacal, les nitrites, les nitrates, les matières en suspensions, le calcium, le magnésium, le sodium, le potassium, les sulfates, les chlorures et les bicarbonates ne sont pas significativement différents dans les habitats des trois stations prospectées. Cela peut être dû à l'homogénéité des conditions météorologiques et, peut-être aux facteurs édaphiques dans la région (Olayemi *et al.*, 2010).

Le pH ne semble pas avoir d'effet sur les densités larvaires des espèces inventoriées. La préférence des espèces récoltées pour les milieux aquatiques les plus basiques est également démontrée dans nos résultats. Le pH est généralement élevé au printemps dans les stations 1 et 3. Cette saison coïncide avec la période de forte assimilation chlorophyllienne de la végétation située en bordure de ces gîtes et de la flore aquatique (algues), utilisant le gaz carbonique disponible particulièrement la journée et faisant augmenter le pH avec précipitation des carbonates. Ce paramètre abiotique (pH) est fortement influencé par la photosynthèse. Les diminutions de pH observées dans la station 2 peuvent s'expliquer par une charge moins importante d'éléments nutritifs issus de la dégradation des matières organiques. Nos résultats coïncident avec ceux du Berchi (2000) et Berchi *et al.* (2012). Zalizniaki *et al.* (2006) montrent que l'alcalinité influence le développement de certaines espèces d'invertébrés aquatiques, particulièrement dans les eaux salées.

La température, la conductivité, l'orthophosphate, l'azote ammoniacal, les nitrites, les matières en suspensions, le calcium, le sodium, le potassium, les sulfates, les chlorures sont corrélés positivement avec l'abondance des espèces récoltées tandis que les bicarbonates le sont négativement.

Les effectifs larvaires récoltés au niveau du site Chott Tinsilt sont très restreints ne dépassant généralement pas les 55 individus. Cet état de fait est probablement du au fait que ce site est situé très proche des routes et des agglomérations. Ainsi le faible effectif observé peut être lié aux nombres de prelevement (de sortie) et à la nature temporaire du site.

L'assèchement précoce et la mise en eau tardive de ces zones humides a manifestement influencé l'écologie de nombreuses espèces de culicidae.

Les trois stations choisies du site Chott Tinsilt ne sont pas colonisées avec la même intensité. On peut expliquer nos résultats par le fait que les espèces *Aedes vexans*, *Culex pipiens*, *Culex antennatus*, *Culex modestus* et *Culex sp.* Peu représentées ne sont peut être pas dans leurs biotopes préférentiels alors que *Aedes detritus* et *Aedes caspius* sont plus inféodés à ces types de gîtes.

Dans les trois stations échantillonnées, les densités larvaires les plus élevées sont enregistrées pendant le mois de mai et cela pourrait s'expliquer par les conditions propices au développement et à l'activité de la majorité des espèces capturées. Ce résultat est en accord avec ceux de Gouga (2014). Cet auteur rapporte que le mois de mai est marqué par un nombre considérable de spécimens (368 individus). Bigot et Bodot (1973) in Boulkenafet (2007), signalent que lorsque les conditions de vie dans un écosystème sont favorables à l'ensemble, on observe de nombreuses espèces chacune d'elle étant représentée par un nombre d'individus élevé. Par contre, lorsque les conditions sont défavorables on ne trouve qu'un nombre réduit d'espèces.

Aucune larve de Culicidae n'a été capturée en juin, malgré la prospection minutieuse, seule la présence des grenouilles sont notés. Cela pourrait expliquer par l'absence de larves de Culicidae qui représentent une source de nourriture. Une autre explication est rapportée par Hassaine (2001), qui suggère que les fortes mortalités d'été des stades immatures sont consécutives à une diminution trop rapide du volume d'eau qui engendre de fortes teneurs en sels se traduisant par une conductivité élevée. Les conductivités supérieures à 100.000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ traduisent une forte teneur en sels provoquant alors une importante mortalité des stades immatures et une inhibition de l'éclosion des œufs. Selon nos résultats, ceci ne semble pas être négligeable, l'eau de nos gîtes a en effet une conductivité supérieure à 100.000 $\mu\text{s}/\text{cm}$, ce qui concorde avec les observations de Hassaine (2001).

Aucune larve de Culicidae n'a été capturée en février (7°C). Ce phénomène s'explique soit par le lessivage des œufs et des larves (Ntonga 2010) soit par l'hivernage de ces dernières. Selon nos résultats, ceci peut être attribué au cycle de développement interrompu consécutif à la baisse de température.

Pour l'ensemble des stations d'études, l'indice de diversité de Shannon Weaver est égal à 0,64 bits. Elle est proche de la valeur de la diversité maximale (H_{max}) qui est égal à 0,90 bits. Ceci révèle l'existence d'une population Culicidienne diversifiée avec une richesse spécifique importante. Cependant la valeur de l'indice d'équirépartition est 0,71. Elle se rapproche de 1, ce qui traduit un équilibre entre les espèces récoltées de Culicidae. Cette constatation rejoint celle de Boulkenafet (2007) qui a signalé une valeur de l'équitabilité de 62%, dans la région de Skikda.

Si nous comparons, à ce propos, les trois stations d'étude, nous constatons que le peuplement de Culicidae de la station 3 est le plus diversifié (0,65 bits) et le plus équilibré (0,72) comparé aux peuplements des deux autres stations dont la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une espèce ou deux espèces.

La valeur de l'indice de concentration pour l'ensemble des stations est faible, il est de l'ordre de 30%, avec une diversité égale à 0,70 soit 70%. On peut en déduire que deux spécimens du peuplement Culicidien ne sont pas de la même espèce. Nos résultats corroborent avec ceux de Bebbi (2004) qui signale que l'indice de concentration concernant la région de Oued right est très faible, il est en effet de 0,18 soit 18% ce qui traduit par une diversité très importante de l'ordre 0,82 soit 82%.

CONCLUSION

Les moustiques sont sources de nuisances et vecteurs d'agents pathogènes majeurs pour l'homme et les animaux. A l'issue de ce travail de prospection au niveau de deux sites, Sebket Ezzamoul et Chott Tinsilt, nous avons identifié 11 espèces de culicidae dont 4 sont officiellement reconnues comme étant des vecteurs d'agents pathogènes. Il s'agit de *Culex pipiens* (Filariose de Bancroft, virus Sindbis, virus West Nile et virus Rift Valley), *Culex modestus* (virus West Nile, virus Tahyna et la myxomatose), *Aedes detritus* et *Aedes vexans* (virus Tahyna). La présence de certaines espèces de moustiques semble être favorisée par les activités anthropiques menées dans les sites. Les espèces récoltées sont pour la plupart ornithophiles, il s'agit *Cx. pipiens*, *Cx. modestus*, *Ae. Caspius*, *Ae. Vexans* et *Cs. longiareolata*. Bien qu'il y ait également des généralistes.

Cet inventaire montre une dominance des espèces halophytes démontrant l'aspect salé des eaux des deux sites étudiées. Ces espèces, appartiennent au genre *Aedes*, il s'agit d'*Aedes dorsalis*, *Aedes detritus* et *Aedes caspius*. Le genre *Aedes* est le mieux représentée dans notre étude.

Les propriétés chimiques et physiques de l'environnement des larves ont été étudiées comme des éléments qui pourraient influencer le développement larvaire. La salinité de l'eau semble être un paramètre déterminant dans la distribution des espèces récoltées, notamment les trois espèces *Aedes dorsalis*, *Aedes detritus* et *Aedes caspius*. En effet, nos résultats ont montré que les stades pré-imaginaux d'*Aedes caspius* étaient plus abondants dans les eaux à faible salinité que dans les eaux à forte teneur en sels. L'affinité d'*Aedes caspius* pour les eaux à faible salinité est connue depuis les travaux de Beadle (1939). Toutefois, ces paramètres présentent de grandes fluctuations dans le temps, notamment en fonction des saisons et des hauteurs des pluies reçues.

Les indices de diversité (H) calculés à partir des données enregistrées sur chacun des sites à savoir la zone Sebket Ezzemoul et la zone du lac Chott Tinsilt sont respectivement 0,53 et 0,70. Ces résultats montrent que la diversité observée dans la zone Sebket ezzemoul est la plus faible. En effet, cette zone enregistre la plus petite richesse spécifique (S=7) et la plus grande abondance (n=565). Ces résultats sont en adéquation avec ceux de Benyacoub (1993) **qui** a prouvé que la valeur faible de cet indice correspond soit à un peuplement

caractérisé par un petit nombre d'espèce pour un grand nombre d'individus, soit à un peuplement dans lequel il y a une espèce dominante. Le peuplement des moustiques de la zone Sebkhet Ezzemoul paraît moins homogène que celui de la zone du lac Chott Tinsilt, au regard de la valeur d'indice d'équitabilité de chaque site ($E=0,49$ pour la zone Sebkhet Ezzemoul et $E=0,71$ pour la zone du lac Chott Tinsilt).

La richesse faible de ces deux sites peut s'expliquer par leur régime hydrique temporaire qui ne permet que la survie des espèces capables de tolérer le déficit hydrique par la résistance à la sécheresse estivale pouvant être d'une durée assez longue.

L'étude des variations des espèces récoltées par le test de fischer montre qu'il y a des différences de densité larvaires entre les gîtes qui permettant de distinguer des biotopes préférentiels pour certaines espèces. Nous avons pu mettre en évidence deux groupes de gîtes. Le groupement I est constitué des espèces de Culicidae qui tolèrent des taux élevés de minéralisation, notamment de salinité. Ces espèces sont *Aedes dorsalis* et *Aedes detritus*. Le groupement II semble préférer les eaux saumâtres peu oxygénées et peut supporter des concentrations très élevées en sels dissous.

L'assèchement précoce et la mise en eau tardive de ces zones humides influence manifestement l'écologie de nombreuses espèces de Culicidae. La répartition saisonnière des larves de culicidés récoltées dans chaque type de gîte montrent un déficit durant la saison des pluies et l'absence de larves de culicidés pendant saison sèche et ce du fait de leur assèchement.

Certains auteurs rapportent que les lacs eutrophies ont un Ph qui varie entre 5 et 9 et possède une faible transparence (Seyni 2006). Les valeurs du Ph relevées durant cette étude permet de classer les lacs dans la catégorie des lacs eutrophies.

Durant ce suivi, nous avons collecté 620 spécimens, 565 de Culicidae à Sebkhet Ezzemoul contre 55 seulement à Chott Tinsilt. Cette différence d'effectif total entre les deux sites est due à la nature du suivi autrement dit au nombre d'échantillonnage réalisés ainsi que la période de prospection sur terrain mais aussi à la nature des stations elles-mêmes. Les eaux du Chott Tinsilt ont une salinité moins élevée que celle du lac Sebkhet Ezzemoul.

Sebkhet Ezzemoul et Chott Tinsilt constituent un milieu favorable à la prolifération de nombreux moustiques. Ces moustiques présentent une grande importance dans le domaine médical et en particulier en épidémiologie. Pour pouvoir prétendre à maîtriser une épidémie, il est impératif de connaître tous les facteurs intervenant directement ou indirectement à son apparition, sa propagation et sa réapparition ultérieure. Cette étape est fondamentale dans une optique de lutte contre ces insectes vulnérants. La prise en compte de toutes ces mesures contribuerait à la réussite d'une lutte efficace intégrée contre les moustiques vecteurs, sans impacts néfastes sur l'environnement.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Adebote D.A., Oniye S.J., Ndams I.S., Nache K.M., 2006. The breeding of Mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Peridomestic Containers and Implication in Yellow Fever Transmission in Villages around Zaria, Northern Nigeria. *Journal of Entomology*, **3 (2)**: 180-188.

Adebote D.A., Oniye S.J., Muhammed Y.A., 2008. Studies on mosquitoes breeding in rock pools on inselbergs around Zaria, Northern Nigeria. *Journal of Vector Borne Diseases*, **45**: 21- 28.

Afolabi O.J., Ndams I.S., Mbah C.E., Kogi E., 2010. The effects of alteration of pH on the breeding characteristics of mosquitoes in phytotelmata in Ahmadu Bello University Zaria, Nigeria. *International Journal of Bioscience*, **5 (1)**: 32-36.

Afolabi O.J., Simon-Oke I.A., Osomo B.O., 2013. Distribution, abundance and diversity of mosquitoes in Akure, Ondo State, Nigeria. *Journal of Parasitology and Vector Biology*, **5 (10)**: 132-136.

Ahmedou Salem O.A., Khadijetou M.L., Moina M.H., Lassana k., Sébastien B., Ousmane F., Ali O.M., 2013. Characterization of anopheline (Diptera: Culicidae) larval habitats in Nouakchott Mauritania. *Journal of Vector Borne Diseases*, **50 (4)**: 302-306.

Aissaoui L., 2014. Etude écophysiologique et systématique des Culicidae dans la région de Tébessa et lutte biologique. Thèse Doc. Sciences, Option : Biologie Animale. Univ. Annaba, Algérie, 167 p.

Andarelli L., 1954. Les Anophelinés et Culicinés de l'Aurès. In : la lutte antipaludique en Algérie Campagne 1953. Alger, Gouvernement Général de l'Algérie, direction de la Santé publique, 133-141.

Angelli P., 1980. Interaction entre la qualité de l'eau et les éléments de son plancton, p. 97-146 in **Pesson P.1980.** La pollution des eaux continentales, incidences sur les biocénoses aquatiques. Ed, Gauthier -Villars, Paris, 285p.

Aron M., Grasse P., 1966. Biologie Animale, Ed. Masson et Cie, Paris, 1421 p.

Baaziz N., Mayache B., Saheb M., Bensaci E., Ounissi M., Metallaoui S., Houhamdi M., 2011. Statut phénologique et reproduction des peuplements d'oiseaux d'eau dans l'éco-complexe de zones humides de Sétif (Hauts plateaux, Est de l'Algérie). *Bulletin de l'Institut Scientifique*, Rabat, **33 (2)**: 77-87.

Beadle L.C., 1939. Regulation of the haemolymph in the saline water mosquito larva *Aedes detritus* Edw. *Journal of Experimental Biology*, **16**: 346-362.

Beaumont A., Cassier P., 1983. Biologie Animale des Protozoaires aux Métazoaires épithélienneuriens. Tome 2, Bordas, Paris, 495 p.

Beaux J.F., 1998. L'environnement. Ed III, Paris, 160 p.

Bebba N., 2004. Etude comparative des effets d'insecticides sur les populations larvaires de Culicidae de Constantine et Oued Righ (Touggourt et Jamâa). Mém. Magister, option Entomologie. Univ. Constantine, Algérie, 179 p.

Béchet A., Samraoui B., 2010. Plan d'action pour le Flamant rose *Phoenicopterus roseus* en Algérie. Centre de recherche de la Tour du Valat, Arles, France, 28 p.

Becker N., Petric D., Zgomba M., Boase C., Dahl C., Lane J., Kaiser A., 2003. Mosquitoes and their control. Ed. Kluwer Academic, New York, 498 p.

Belayadi K., 2010. Caractérisation des peuplements de culicidés ornithophiles, mammophiles et anthropophiles responsables de la transmission de maladies au niveau des régions lacustres du Parc National d'El-Kala. Mém. Magister en Sciences de la mer. Univ. Annaba, Algérie, 128 p.

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

Benhissen S., Habbachi W., Masna F., Mecheri H., Ouakid M.L., Bairi A., 2014. Inventaire des Culicidae des Zones Arides : cas des Oasis d'Ouled-Djellal (Biskra ; Algérie). *El Wahat*, **7 (2)**: 86 – 91.

Benkhalfate-Elhassar C., 1991. Cartographie écologique de *Culex Pipiens* (Diptère, Culicidae) en milieu urbain (ville de Tlemcen, Algérie) recherche de causalités de la dynamique démographique des stades préimaginaux. Mém. Magister en Ecologie. Univ. Tlemcen, Algérie, 144 p.

Benyacoub S., 1993. Ecologie de l'avifaune forestière nicheuse de la région d'El-Kala (Nord-Est Algérien). Thèse Doc., Univ. Bourgogne, 271 p.

Bhaskar R.B., Harikumar P.S., Jayakrishnan T., George B., 2011. Characteristics of *Aedes (Stegomyia) albopictus skuse* (Diptera: Culicidae) breeding sites. *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, **42 (5)**: 1077-1082.

Berchi S., 2000. Bioécologie de *Culex pipiens* L (Diptera : Culicidae) dans la région de Constantine et perspectives de luttés. Thèse Doc. es-Sciences, Univ. Constantine, Algérie, 133 p.

Berchi S., Aouati A., Louadi K., 2012. Typologie des gîtes propices au développement larvaire de *Culex pipiens* L. 1758 (Diptera-Culicidae), source de nuisance à Constantine (Algérie). *Ecologia mediterranea*, **38 (2)** : 5-16.

Berner G., 1974. Liste des moustiques provençaux. *Bulletin du Muséum d'histoire Naturelles de Marseille*, Tome **XXXIV**: 285-296.

Blondel J., 1975. Analyse des peuplements d'oiseaux d'eau. Eléments d'un diagnostic écologique. I: Méthode des échantillonnages fréquents progressifs (E.F.P). *Terre et vie*, **29**: 533-589.

Blondel J., 1979. Biogéographie et écologie. Ed. Masson, Paris, 173 p.

Bouabida H., Djebbar F., Soltani N., 2012. Etude systématique et écologique des Moustiques (Diptera : Culicidae) dans la région de Tébessa (Algérie). *Entomologie faunistique* **65** : 99-103.

Bouaguel L., 2013. Structure et écologie des Phœnicoptéridés dans l'éco-complexe de zones humides de l'Est algérien. Thèse Doc. Biologie Animal. Univ. Annaba, Algérie, 134 p.

Bouattour A., Rhaïem A., Krida G., Bouchité B., 1995. Etudes Entomologiques dans les écosystèmes en mutation. *Institut Pasteur de Tunis, Rapports multigrades*, 13 p.

Bouchier A., 2010. L'analyse en composantes principales (A.C.P.). L'analyse des données multivariées à l'aide du logiciel R, 44 p.

Bouchite B., Brengues J., Dyemkouma A., Ouedraogo C., 1977. Etude des stades preimaginaux de Culicides dans des gîtes de petites et grandes dimensions dans les Sud-Ouest de la Raute. O.C.C.G.E. – Centre Muraz. Laboratoire d'Entomologie No 04 /ENT.77 Mission O.R.S.T.O.M. Auprès de l'O.C.C.G.E NO 6.378 /DOC.TECH.OCCGE. 48 p.

Boudjelida H., Bouaziz A., Soin T., Smagghe G., Soltani N., 2005. Effects of ecdysone agonist halofenozide against *Culex pipiens*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, **83**: 115-123.

Boulakhssaim M., Houhamdi M., Samraoui B., 2006a. Status and diurnal behaviour of the Shelduck *Tadorna tadorna* in the Hauts Plateaux, Northeast Algeria. *Wildfowl*, **56**: 65-78.

Boulakhssaim M., Houhamdi M., Saheb M., Samraoui-Chenafi F., Samraoui B., 2006 b. Breeding and banding of Greater flamingo *Phoenicopterus roseus* in Algeria. *Flamingo*, **14**: 21-24.

Boulekhssaim M., Ouldjaoui A., Alfarhan A.H., Samraoui B., 2013. Breeding ecology and diurnal activity budget of Ruddy Shelduck *Tadorna ferruginea* in the northeastern Hauts Plateaux, Algeria. *Ostrich*, **84**: 129-136.

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. Mém. Magister en Entomologie. Option Application Agronomique et Médicale. Fac. Sciences de La Nature et de La Vie. Univ. Constantine, Algérie, 191 p.

Boumezbeur A., Khalfallah Y., 2005. Chott Tinsilt (Wilaya d'Oum El Bouaghi). Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar (FDR), 9 p.

Brumpt E., 1949. Précis de Parasitologie II. Ed. Masson et Cie. 2138 p.

Brunhes J., 1999. Culicidae du Maghreb. Description d'*Aedes (Ochlerotatus) Biskraensis* n. sp. d'Algérie (Diptera, Nematocera). *Bulletin de la société Entomologique de France*, **104** (1), 25-30.

Brunhes J., Hassain K., Rhaim A., Hervy J.P., 2000. Les espèces de l'Afrique méditerranéenne : Espèces présentes et répartition (Diptera-Nematoera). *Bulletin de la société Entomologique de France*, **105** (2): 195-204.

Brunhes J., Rhaim A., Geoffroy B., Angel G., Hervy J.P., 1999. Les moustiques de l'Afrique méditerranéenne. Logiciel d'identification et d'enseignement, Montpellier (France), Institut de recherche et de développement. ICD- ROM.

Burke F., 1946. Mosquito fauna of some Cheshire saline waters. *Entomologist is Monthly Magazine*, **82**: 228-230.

Callot J., Helluy J., 1958. Parasitologie médicale. Ed. Médicales Flammarion, Paris, 645 p.

Carnevale P., Robert V., 2009. Les Anophèles. Biologie, transmission du Plasmodium et lutte anti-vectorielle. Ed. I. R. D., Marseille, 389 p.

Croset H., Papierok B., Rioux J.A., Gabinaux A., Cousserans J., Arnaud D., 1976. Estimates of larval population of Culicid mosquitoes: comparison of « capture-recapture », « Removal » and « Dipping » methods. *Ecological Entomology*, **1**: 251-256.

Dajoz R., 1982. Précis d'écologie Ed. Bordas, Paris, 483 p.

Dajoz R., 1975. Précis d'écologie Ed. Bordas, Paris, 549 p.

Dajoz R., 1985. Précis d'écologie, Ed. Dumond, Paris, 499 p.

Darriet F., Corbel V., 2008. Propriétés attractives et modifications physicochimiques des eaux de gîtes colonisées par des larves de *Aedes aegypti* (Diptera : Culicidae). *C. R. Biologies* 331 : 617–622.

DGF, 2004. Atlas IV des zones humides Algériennes d'importance internationale, 107 p.

Djogbénu L., 2009. Lutte anti-vectorielle contre le paludisme et résistance des vecteurs aux insecticides en Afrique. *Médecine Tropicale*, **69 (2)**: 4-160.

Doby J.M., Mouchet J., 1957. Ecologie larvaire de quelques espèces de Culicidés dans la région de Yaoundé (Sud-Cameroun). *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, **50**: 945-957.

Elena B.V., Elena V.S., 2007. Morphometric, physiological and molecular characteristics of underground populations of the urban mosquito *Culex pipiens* Linnaeus f. *molestus* Forskål (Diptera: Culicidae) from several areas of Russia. *European Mosquito Bulletin*, **22**: 17 - 24.

El Joubari M., Louah A., Himmi O., 2014. Les moustiques (Diptera, Culicidae) des marais de Smir (nord-ouest du Maroc) : inventaire et biotypologie. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, **107**: 48-59.

El Kaïm B., 1972. Contribution à l'étude écologique et biologique des Culicidés : *Aedes detritus* Haliday et *Aedes caspius* Pallas. *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles et Physiques* du Maroc, **52 (3-4)**:197-204.

El Ouali Lalami A., Hindi T., Azzouzi A., Elghadraouil L., Maniar S., Faraj C., Adlaoui EIB., Ameer I., Koraichi S.I., 2010a. Inventaire et répartition saisonnière des Culicidae dans le centre du Maroc. *Entomologie faunistique*, **62 (4)** : 131-138.

El Ouali Lalami A., El Hilali O., Benlamlih M., Merzouki M., Raiss N., Ibensouda Koraichi S., Himmi O., 2010b. Étude Entomologique, physico-chimique et bactériologique des gîtes larvaires de localités à risque potentiel pour le paludisme dans la ville de Fès. *Bulletin de l'Institut scientifique de Rabat*, **32 (2)**: 119-127.

Fillinger U., Heleen Sombroek H., Majambere S., Loon E.V., Takken W., Lindsay S.W., 2009. Identifying the most productive breeding sites for malaria mosquitoes in The Gambia. *Malaria Journal*, **8**: 62.

Francis O.A., Robert B.I., 2009. Ecological integrity of upper Warri River, Niger Delta using aquatic insects as bioindicators. *Ecological indicators*, **9**: 455-461.

Francis O.A., Robert B.I., Chukwujindu M.A.I., 2007. Water quality changes in relation to Diptera community patterns and diversity measured at an organic effluent impacted stream in the Niger Delta, Nigeria. *Ecological Indicators*, **7**: 541-552.

Gillot B., Ain G., Pautou G., Gruffaz R., 1976. Les Culicides de la région Rhône –Alpes : bilan de dix années d'observations. *Bulletin de la société Entomologique de France*, Tome **81**: 235-245.

Gouga H., 2014. Biodiversité faunistique à Sebket Bazer (Sud de Sétif) connaissance et conservation. Mém. Magister en Biologie Animale. Option : conservation de la Biodiversité faunistique. Fac. Sciences de la Nature et de la Vie. Univ. Sétif 1, Algérie, 163 p.

Grassé P.P, Poisson R.A., Tuzet O., 1970. Zoologie I : Invertébrés. 2 éditions Revue et complétée. Ed. Masson et Cie, Paris, 927 p.

Guillaumot L., 2006. Les moustiques et la dengue. Institut Pasteur de Nouvelle Calédonie, 15 p.

Hammadi D., Boubidi S.C., Chaib S.E., Saber A., Khechache Y., Gasmi M., Harrat Z., 2009. Le paludisme au Sahara algérien. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, **102 (3)**:185-92.

Handacq N., 1995. Les moustiques de la Tunisie. Contribution à l'étude bioécologique de deux espèces halophiles : *Aedes detritus* halodday (1833) et *Aedes caspius* Pallas (1771) dans la région de Tunis, 85 p.

Harant H., Rioux J.A., 1953. Notes écologiques sur les Diptères Culicidés. I. La fiche biocoenotique. Travaux de la Société de pharmacie de Montpellier, **13**: 66-70.

Harbach R.E., 2007. The Culicidae (Diptera): a review of taxonomy, classification and phylogeny. *Zootaxa* 1668: 591–638.

Harch-Rass A., EL Kharrim K., Belghyti D., 2012. Analyses physico-chimiques des eaux du site Ramsar Sidi Boughara (Maroc). Laboratoire de Biologie et Santé Équipe : Parasitologie, Environnement et Biotechnologie de culture in vitro. Catégorie : Sciences du vivant. Science Lib Editions Mersenne : Volume 4, N ° 120607.

Hassaïne K., Gourmala S., Metge G., 2001. Cinétique démographique des populations pré-imaginales à *Aedes mariae* (Diptera : Culicidae) des côtes occidentales algériennes. *Annales de Limnologie*, **37** (1) : 59-69.

Hegh E., 1921. Les moustiques, mœurs et moyens de destruction. Ed. Imprim. Indust. & Financ., Bruxelles, 239 p.

Himmi O., 2007. Les culicidés (Insectes, diptères) du Maroc : systématique, écologie et études épidémiologiques pilotes. Thèse Doct. d'Etat, Fac. Sciences, Univ. Mohamed V, Rabat, 289 p.

Himmi O., Trari B., El Agbani M.A., 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* de Rabat, **21**: 71-79.

Houhamdi M., Hafid H., Seddik S., Maazi M.C., Bouzegag A., Nouidjem Y., Bensaci T., Saheb M., 2008. Hivernage des Grues cendrées *Grus grus* dans le complexe des zones humides des hautes plaines de l'Est algérien. *Aves*, **45** (2): 93-103.

Houhamdi M., Maazi M.C., Seddik S., Bouaguel L., Bougoudjil S., Saheb M., 2009. Statut et écologie de l'Érismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) dans les hauts plateaux de l'est de l'Algérie. *Aves*, **46 (1)**: 9-19.

Houhamdi M., Samraoui B., 2002. Occupation spatio-temporelle par l'avifaune aquatique du Lac des Oiseaux (Algérie). *Alauda*, **70 (2)**: 301-310.

Houhamdi M., Samraoui B., 2003. Diurnal behaviour of wintering Wigeon *Anas Penelope* at Lac des Oiseaux, Northeast Algeria. *Wildfowl*, **54**: 51-62.

Houhamdi M., Samraoui B., 2008. Diurnal and nocturnal time budget of wintering Ferruginous Duck (*Aythya nyroca*) at Lac des Oiseaux. Northeast Algeria. *Ardeola*, **55 (1)**: 59-69.

Juminer B., Kchouk M., Rioux J.A., Benosman F., 1964. A propos de Culicides vulnérants de la banlieue littorale de Tunis. *Archives de l'Institut Pasteur de Tunis*, Tome **XLI**: 23-31.

Kadhem Z.A., Al-Sariy J.S., Ali S.M., 2014. Seasonal distribution study of mosquito species (Culicidae: Diptera) in Al- Naamania salt Basin northwestern Al Kut city / Iraq. *Wasit Journal for Science & Medicine*, **7 (1)**: 124-135.

Karboua F., Merniz N., 1997. Contribution à l'impact paramètres physico-chimiques des eaux, sur la prolifération des Culicidae (Diptera) en zone périurbaine (wilaya de Constantine). Cas particulier de *Culex pipiens* L., Mém. Ing. D'Etat en Ecologie, Univ. Constantine, Algérie, 72 p.

Kharroub K., 2007. Identification et étude moléculaire des bactéries et des archéobactéries aérobies halophiles de la sebkha Ezzemoul (Ain M'Lila). Thèse Doc .d'Etat en Microbiologie et Biologie Moléculaire. Univ. Constantine, Algérie, 193 p.

Kirby M.J., Lindsay S.W., 2009. Effect of temperature and inter-specific competition on the development and survival of *Anopheles gambiae sensu stricto* and *An. arabiensis* larvae. *Acta Tropica* **109**: 118–123.

Kirkpatrick T.W., 1925 .The mosquitoes of Egypt. Cairo: Government Press, 224 p.

Koen L., Wouter D., Tim A., Peter G., 2012. Distribution and ecology of mosquito larvae (Diptera: Culicidae) in Flanders (Belgium). *Belgian Journal of Zoology*, **142 (2)**: 138-142.

Krida G., Daoud-Bouattour A., Mahmoudi E., Rhim A., Ghrabi-Gammar Z., Chermiti B., Failloux A.B., Bouattour A., 2012. Relation entre facteurs environnementaux et densités larvaires d'*Ochlerotatus caspius* Pallas 1771 et *Ochlerotatus detritus* Haliday 1833 (Diptera : Culicidae) en Tunisie. *Annales de la Société Entomologique de France*. (n.s.) **48 (1-2)**: 18-28.

Ladjel M., 1995. Le Chott de Tincilt : Contribution à l'étude du milieu et approche bioécologique de son avifaune. Mém. Ing. Foresterie, Univ. Batna, Algérie, 61 p.

Lalaouna H.A., Khelifia C., 2015. Comparaison entre la foret domaniale d'El Hrakhta (Ain El Baida) et celle de Hafir (Tlemcen). Mém. Master, Option : Production et Amélioration des Végétaux. Fac. Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers, Univ. Abou Bakr Belkaid, Tlemcen, Algérie, 66 p.

Louah A., 1995. Ecologie des Culicidae (Diptera) et état du paludisme dans la péninsule de Tanger. Thèse Doc. d'état Es-sciences, Fac. Sciences de Tétouan. Univ. Abdelmalek Essaadi, Maroc, 266 p.

Louah M.A., Ramdani M., Saoud Y., Mahjour J., 1995. Biotypologie de la faune culicidienne de la péninsule de Tingitane. *Bulletin de l'Institut Scientifique*, Rabat, n° **19**: 93-102.

Lounaci Z., Doumandji S., Doumandji-Mitiche B., Berrouane F.Z., 2014. Dipterans Biodiversity of Agricultural and Medico Veterinary interest in the marsh of Reghaia (Algeria). *International Journal of Zoology and Research*, Vol **4**: 71-82.

Marshall J.F., 1938 .The British mosquitoes. British Museum (Natural History), London, 341 p.

Mereta S.T., Boets P., Bayih A.A., Malu A., Ephrem Z., Sisay A., Endale H., Yitbarek M., Jemal A., De Meester L., Peter L.M. Goethals., 2012. Analysis of environmental factors determining the abundance and diversity of macro invertebrate taxa in natural wetlands of Southwest Ethiopia. *Ecological Informatics*, **7**: 52–61.

Messaoui S., Bersouli C., 2004. Cartographie de la végétation et écologie des Phoenicoptéridés et des Anatidés dans le Chott Tinsilt. Mém. Ing. d'Etat en Ecologie et Environnement. Univ. Batna, Algérie, 36 p.

Mestari N., 1997. Les peuplements culicidiens de la ville de Mohammedia et des régions avoisinantes: caractérisation hydrologique et hydrochimie des principaux gîtes dynamiques spatio-temporelle. Thèse 3e cycle, option écologie animale. Univ. Mohammed V, Rabat, 138 p.

Metge G., 1986. Étude des écosystèmes hydromorphes (Daya et Merja) de la Meseta occidentale marocaine : typologie et synthèse cartographique à objectif sanitaire appliquée aux populations d'*Anopheles labranchiae* (Falleroni, 1926), (Diptera, Culicidae, Anophelinae). Thèse Doc. es-Sciences., Univ. de droit d'économie et des sciences d'Aix-Marseille, 280 p.

Moali A., Remichi Z., 2009. Sebket Ezzemoul (Wilaya d'Oum El Bouaghi). Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar (FDR), 12 p.

Mokrani D., 2011. Contribution a la conservation du Flamant Rose *Phoenicopterus roseus* ; caractérisation des milieux utilisés et évaluation de l'Impact Antropique sur le complexe de zones humides des hauts plateaux du Nord-Est Algerien. Mém. Magister. Option Gestion des ressources naturelles et de l'environnement : Protection de l'environnement, Univ. Batna, Algérie, 109 p.

Molez J.F., Desenfant P., Jacques J.R., 1998. Bio-écologie en Haïti d'*Anopheles albimanus* Wiedemann, 1820 (Diptera : Culicidae). *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, **91** (4): 334-9.

Moreau A., 1971. Atlas des larves d'insecte de France, vers blancs, chenilles, asticos. Ed N. Boubée et Cie. Paris, 222 p.

Mouchet J., Rageau J., Laumond C., Hannoun C., Beytout D., Oudar J., Corniou B., Chippaux A., 1970. Epidémiologie du virus west nile: étude d'un foyer en camarague. Le vecteur *Culex modestus* Ficalbi (Diptéra-Culicidae). *Annales de l'Institut Pasteur*, **118**: 339-855.

Nasirian H., Taghi Sadeghi S.M, Vazirianzadeh B., Moosa-Kazemi S.H., 2014. New record of *Aedes vittatus* and *Culiseta subochrea* (Diptera: Culicidae) and their distribution from Shadegan Wetland, South Western Iran. *Journal of Entomology and Zoology studies*, **2 (5)**: 271-275.

Natvig L.R. 1948. Contributions to the knowledge of the Danish and Fennoscandian mosquitoes: Culicini. *Norsk Entomologisk Tidsskrift* Suppl. **1**: 1-567.

Nikookar S.H., Fazeli-Dinan M., Ziapour S.P., Enayati A.A., 2015 .Correlation between the Larvae Density (Diptera: Culicidae) and Physicochemical Characteristics of Habitats in Mazandaran Province, Northern IranWorld Academy of Science, Engineering and Technology. *International Journal of Bioengineering and Life Sciences*, **2 (12)**.

Ntonga P.A., Bakwo E.M., Belong P., Kekeunou S., Foko G., Messi J., 2010. Abondance et diversité de la faune culicidienne à Yaoundé, Cameroun. *Entomologie faunistique*, **62 (3)**: 115-124.

Okogun G.R.A., Anosike J.C, Okere A.N., Nwoke B.E.B., 2005. Ecology of Mosquitoes of Midwestern, Nigeria. *Journal of Vector Borne Diseases*, **42**: 1-8.

Olayemi I.K., Omalu I.C.J., Famotele O.I., Shegna S.P., Idris B., 2010. Distribution of mosquito larvae in relation to physicochemical characteristics of breeding habitats in Minna, North Central Nigeria. *Reviews in Infection*, **1 (1)**: 49-53.

Ouldjaoui A., 2009. Contribution à l'étude de l'écologie du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans les zones humides des hautes plaines de l'Est Algérien. Thèse Doc. en écologie. Univ. Annaba, Algérie, 117 p.

Pages F., Orlandi-Pradines E., Corbel V., 2007. Vecteurs du paludisme : biologie, diversité, contrôle et protection individuelle. *Médecine et maladies infectieuses*, **37**: 153–161.

Pelizza S.A., Lopez Lastra C.C., Becnel J.J., Bisaro V., Garcia J.J., 2007. Effects of temperature, pH and salinity on the infection of *Leptolegnia chapmanii* Seymour (Peronosporomycetes) in mosquito larvae. *Journal of Invertebrate Pathology*, **96**: 133-137.

Pradel J., Rey D., Foussadier R., Bicout D., 2007. Etude écologique des Moustiques (Diptera, Culicidae) - Vecteurs potentiels d'Arboviroses dans la région Rhone-Alpes. *Epidémiol et santé animal*, **51**: 81-94.

Rageau J., Adam J.P., 1952. *Culiciizae* du Cameroun. *Annales de Parasitologie humaine et comparée*, **27**: 610-635.

Rageau J., Mouchet J., Abonnenc E., 1970. Répartition géographique des moustiques (Diptera : Culicidae) en France. Cah. O.R.S.T.O.M., ser. *Entomologie Médicale et Parasitologie*, **8 (3)**: 289-317.

Ramade F., 1984. Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. Ed. Mc Graw-Hill. Paris, 397 p.

Ramos H.C., Brunhes J., 2004. Insecta, Diptera, Culicidae, Uranotaenia. Faune de Madagascar 91. Ed. IRD Éditeur, CIRAD, MNHN-Paris, Montpellier, 463 p.

Remini B., 2005. L'évaporation des lacs de barrages dans les régions Arides et Semi Arides : Exemples algériens. *Larhyss Journal*, n° **04** :81-89.

Rickenbach A., 2010. Culicidae 25 : 571-581.

Rioux J.A., 1958. Les Culicidae du « midi » méditerranéen. Etude systématique et écologique, Ed Paul le chevalier, Paris, 301 p.

Rioux J.A., Arnold M., 1955. Les Culicides de Camargue (étude systématique et écologique). *La terre et la vie*, **4**: 86-244.

Rioux J.A., Croset H., Gras G., Juminer B., Tesson G., 1965. Les problèmes théoriques posés par la lutte contre *Culex pipiens* L. Dans le Sud de la France *Archives de l'Institut Pasteur de Tunis*, **42**: 473-501.

Robert V., Ouar B., Ouedraog V., Carnevaler P., 1988. Etude écologique des Culicidae adultes et larvaires dans une rizière en Vallée du Kou, Burkina Faso. *Acta Tropica*, **45**: 351-359.

Rodhain F., Perez C., 1985. Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Notions d'épidémiologie des maladies à vecteurs. Ed. Maloine, Paris, 458 p.

Rodier J., 1984. Analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 7ème édition, Dunot, Paris, 1365 p.

Roubaud E., 1933. Essai synthétique sur la vie du moustique commun (*Culex pipiens*). *Annales des sciences naturelles. Zoologie*. 163 p.

Saheb M., 2003. Cartographie et rôle de la végétation dans le maintien de l'avifaune aquatique des sebkhas de Guellif et de Boucif (Oum-El-Bouaghi). Mém. Magister en Ecologie et Environnement. Centre Universitaire d'Oum El-Bouaghi, Algérie, 59 p.

Samraoui B., Chakri K., Samraoui F., 2006a. Large branchiopods (Branchiopoda: Anostraca, Notostraca and Spinicaudata) from the salt lakes of Algeria. *Journal of Limnology* **65**: 83-88.

Samraoui B., Ouldjaoui A., Boukhssaim M., Houhamdi M., Saheb M., Béchet A., 2006b. The first successful reproduction of the Greater Flamingo *Phoenicopterus roseus* in Algeria: Behavioural and ecological aspects. *Ostrich*, **77**: 153-159.

Samraoui B., Samraoui F., 2008. An ornithological survey of the wetlands of Algeria: Important Bird Areas, Ramsar sites and threatened species. *Wildfowl*, **58**: 71-98.

Samraoui F., Alfarhan A.H., Al-Rasheid K.A.S., Samraoui B., 2011. An appraisal of the status and distribution of waterbirds of Algeria: indicators of global changes. *Ardeola*, **58**: 137-163.

Samraoui F., Boukhssaim M., Bouzid A., Baaziz N., Ouldjaoui A., Samraoui B., 2010. La reproduction du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* en Algérie (2003-2009). *Auda*, **78**: 15-25.

Seguy E., 1923. Remarques sur quelques moustiques (Maroc). *Annales de la Société Entomologique de France* : 205-208.

Seguy E., 1951. Atlas des Diptères de France. Belgique-Suisse. Volume I. Ed. N Boubée et C, Paris, 175 p.

Sinegre G., 1974. Contribution à l'étude physiologique d'*Aedes (O.) caspius* (Pallas, 1771) (Nematocera : Culicidae). Eclosion. Dormance développement. Fertilité. Thèse Doc. Es-Sciences. Univ. Sci. Tech. Languedoc. Montpellier, 285 p.

Senevet G., Andarelli L., 1954. Le genre *Aedes* en Afrique du Nord, I : Les larves. *Archives de l'Institut Pasteur d'Algérie*, **32**: 310-351.

Senevet G., Andarelli L., 1960. Contribution à l'étude de la Biologie des moustiques en Algérie et dans le Sahara Algérien. *Archives de l'Institut Pasteur d'Algérie*, T. **XXXXVIII**, N° 1: 305-326.

Senevet G., Andarelli L., 1964. Les moustiques de l'Afrique du Nord et du bassin méditerranéen. III. Les *Aedes*. Deuxième partie (suite) : Description des espèces : sous genre *Ochlerotatus*, groupe G. *Archives de l'Institut Pasteur d'Algérie*, **42** : 145-192.

Serghini A., Fekhaoui M., Elabidi A., El Blidi S., Ben Akkame R., 2010. Caractérisation hydrochimique d'un site Ramsar : le complexe zones humides de Mohammedia (Maroc). *Bulletin de l'Institut Scientifique de Rabat*, **32 (2)**: 133-145.

Service M.W., 1968. Observations on the ecology of some British mosquitoes. *Bulletin of Entomological Research*, **59 (1)**: 161-194.

Service M.W., 1976. Mosquito ecology. Field sampling methods. Applied Science publishers Ltd. London, Xii. 583p.

Service M.W., 1993. Mosquito (Culicidae). In: Medical insects and arachnids, Lane, R.P. and R.W., Crosskey (Eds.). Chapman and Hall, London : 120-240.

Seurat L.G., 1922. Faune des eaux continentales de la berbérie. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, **13 (2)**: 45-48.

Subra R., 1971. Etudes écologiques sur *Culex pipiens fatigam* Wiedemann 1828 (Diptera, Culicidae) dans une zone urbaine de savane soudanienne ouest-africaine. Dynamique des populations préimaginales. Cah. O.R.S.T.O.M., série *Entomologie Médicale et Parasitologie*, **IX (1)**: 73-102.

Subra R., 1973. Etudes écologiques sur *Culex pipiens fatigans* Wiedmann, 1828 (Diptera, Culicidae) dans une zone urbaine de savane soudanienne ouest-africaine. Dynamique des populations imaginales. Cah. O.R.S.T.O.M., *Entomologie Médicale et Parasitologie*, **11**: 79-100.

Sweeney A.W., Beebe N.W., Cooper R.D., 2007. Analysis of environmental factors influencing the range of anopheline mosquitoes in northern Australia using a genetic algorithm and data mining methods. *Ecological modeling*, **203**: 375-386.

Thangamathi P., Ananth S., Kala N., Maheshwari R., Gnanasoundrai A., Nagamani N., 2014. Seasonal variations and physicochemical characteristics of the habitats in relation to the density of Dengue vector *Aedes aegypti* in Thanjavur, Tamil Nadu, and India. *International Journal of Science and Nature (I.J.S.N.)*, **5 (2)**: 271-276.

Toussaint J.F., Kerkhofs P., De Clercq K., 2006. Influence des changements climatiques globaux sur la progression des arbori roses. *Annales de Médecine Vétérinaire*, **150** : 56-63.

Vigo G., 1974. Contribution à l'étude des substrats des aires culicidogènes du littoral Languedoc- Roussillon. Thèse de Doctorat, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, France, 325 p.

Young D.G., Arias J.R., 1992. The Phlebotomine sandflies in the Americas, Pan American Health Organization, Washington DC, 26 p.

Zittra C., Waringer J., 2013. Species inventory, ecology and seasonal distribution patterns of Culicidae (Insecta: Diptera) in the National Park Donau-Auen. Conference volume 5th Symposium for Research in Protected Areas, 10 to 12 June 2013, Mittersill: 837-841.

Sites web :

http://www.institutpasteur.nc/wp-content/uploads/2012/08/entomo_03.jpg

ANNEXES

Matrice des données physico-chimiques de site Sebkhet Ezzemoul

Les chiffres sur les noms des gites étudiées indiquent les dates des prélèvements et sont comme suit : 1 : 25/03/2009; 2 : 25/04/2009; 3 : 29/05/2009; 4 : 29/06/2009; 5 : 30/09/2009; 6 : 31/10/2009; 7 : 31/11/2009 ; 8 : 31/12/2009 ; 9 : 25/01/2010; 10: 28/02/2010; 11 : 29/03/2010.

Une interruption en juillet et aout lors de l'assèchement des gites

	Tem	pH	CE	PO4 ³⁻	NH4 ⁺	NO2 ⁻	NO3 ⁻	M.E.S	Ca	Mg	Na	K	SO4	Cl	HCO3
I1	17	8,3	47600	0,05	0,15	0,015	0	0,728	826	662	8868,8	21	6,2	13000	67,1
I2	21	8,88	25400	0,1	0	0,149	4	0,292	892	429	3868	70	2,48	7128	42,7
I3	31	7,68	28200	0,1	1,1	0,4	1	1,612	2220	391	3609,9	28	3,8	7150	91,5
I4	30	8,27	83100	0,3	0,2	0,065	1,01	5,066	3935	1774	13200	50	8,08	25000	122
I5	33	6,89	35700	32	1,8	35,5	70,88	0,1	65,5	187,33	540,88	0,805	0,21	239,64	80
I6	23	7,25	51300	22,28	1,8	27,05	70,88	0,18	536,7	10392	6566,7	134,4	0,01	709	32
I9	33	8,27	31300	5,4	0,9	30,79	70,88	0,01	2782,6	15389	10670	1346	3,89	215,86	33
II0	23	8,23	51800	9,4	0,9	31,85	70,88	0,07	1154,6	19447	11878	1767	3,55	204,48	31,5
II1	23	8,24	59000	11	0,8	32,07	48,73	0,09	1235,3	19502	12238	1367	3,2	300,9	35
II1	19	8,2	35500	0,05	0,18	0,01	4	0,528	826	630	8950,7	24	6,25	11000	55,4
II2	23	8,25	18700	0,15	0,06	1,904	35	0,194	1023,2	384	2468	46	2,200	5751	97,6
II3	33	7,11	24400	0,2	1,05	0,3	3	1,416	1976	396	3319,8	29	4,200	5850	128,1
II4	35	7,79	28800	0,15	1,5	1,758	38,39	0,536	3519	1263	4350	35	4,800	7300	183
II5	26	6,89	34410	16	1,62	30,01	75,31	0,09	67,05	200	524,77	2,046	0,412	239,64	66,4
II6	20	7,22	39900	20	3,6	20,19	70,88	0,09	720,8	21370	6816,6	32	0,269	709	20
II7	8	7,24	42100	20,57	7,2	23,3	75,31	0,1	578,8	10121,5	6910,8	69	0,065	709	25
II8	7	7,79	25400	2,8	0	25,27	48,73	0,07	830,2	15861,8	20278,8	1336,8	5,78	340,11	26,5
II9	26	7,88	29100	5,4	0,9	23,55	70,88	0,03	2782,6	15969	11323,4	1606	4,91	174,2	26
II10	20	8,24	31200	8	0,9	25,75	70,88	0,01	1154,6	15146	9810,8	1827	3,44	163,83	22,3
II11	8	8,08	26800	10,5	0,9	26,17	75,31	0,07	1235,3	16740	10810,7	2037	3,25	206	27,9
III1	21	8,3	37800	0,1	0,16	0,01	2	0,33	560	540	8950,4	20	8,4	10000	60,2
III2	25	8,4	23000	0,2	0,05	1,8	25	0,16	1035,3	280	3100	44	2,6	5600	99,5
III3	34	7,2	24100	0,5	1,03	0,2	20	1,2	1978	385	3630,2	26	4,5	5700	120
III4	35	7,9	37500	0,15	1,5	1,65	40	0,36	3350	1100	14280	31	5	7100	170
III5	27	6,92	26800	18	1,44	25,3	79,74	0,08	65,81	181,33	529,63	0,205	0,309	109,8	38,4
III6	22	7,32	38700	61,71	1,8	22,2	70,88	0,13	860,2	21430	6169,4	11,2	0,136	709	22
III7	10	7,24	35000	11,42	5,4	21,07	48,73	0,11	533,2	8958	6504,4	351,6	0,119	709	31
III8	10	7,66	38400	8	0,9	19,02	70,88	0,9	856,4	16493	10250	1295,2	3,64	360,84	33,6
III9	27	7,32	37900	7,2	0,9	28,19	48,73	0,05	525,2	11901	9939,4	1314	3,8	136,46	32
III10	22	8,54	31200	5,4	0,9	30,04	48,73	0,08	749,8	14691	10605,2	1856	5,07	204,48	5,9
III11	10	8,17	28900	7,3	1,2	29,08	70,88	0,05	580,2	11451	9720,3	1203	6,10	189,02	33

RESUME

Les Culicidae causent de graves préjudices tant à l'homme qu'aux animaux par leur rôle vecteurs potentiels de maladies infectieuses, tels que le paludisme, la fièvre jaune, la dengue, la filariose et la peste équine.

Les zones humides Sebkhet Ezzemoul et Chott Tinsilt sont les stations considérées pour dresser un inventaire systématique et étudier l'écologie des moustiques. À cet effet, nous avons analysé leur habitat par la détermination des paramètres physicochimiques de l'eau de surface de l'écosystème, suivi leurs variations spatio-temporelles et leur impact sur les différentes espèces de culicidae.

Les espèces identifiées appartiennent à deux sous-familles : Anophelinae avec un seul genre *Anopheles* et Culicinae avec trois genres *Aedes*, *Culiseta* et *Culex*. Le genre *Aedes* est le mieux représenté en particulier avec les espèces *Aedes dorsalis*, *Aedes detritus* et *Aedes caspius*, où la présence est en relation avec le type d'hébergement prospecté.

Dans cette étude, la salinité semble être un paramètre déterminant dans la distribution des espèces collectées.

Mots clés : Sebkhet Ezzemoul, Chott Tinsilt, Culicidae, inventaire, qualité de l'eau, saisons.

ABBSTRACT

The Culicidae causes grave damages both to the man and to the animals by their potential vector roles of infectious diseases, such as the malaria, the yellow fever, the dengue, the filariose and the plague.

The wet zone Sebkhet Ezzemoul and Chott Tinsilt are sites considered to establish a systematic inventory and study the ecology of mosquitoes. To this end, we analyzed their habitat by the determination of ecosystem surface water physicochemical parameters, followed their spatial and temporal variations and their Culicidae various species impacts.

The species identified belong to two subfamilies: Anophelinae with one genus *Anopheles* and Culicinae with three genera *Aedes*, *Culiseta* and *Culex*. The *Aedes* genus is represented best by far particularly with the species *Aedes dorsalis*, *Aedes detritus* and *Aedes caspius*, which the presence is in relation to the type of prospected lodging.

In this study, the salinity seems to be a parameter determining in the distribution of collected species.

Keywords: Sebkhet Ezzemoul, Chott Tinsilt, Culicidae, inventory, water quality, season.

ملخص

البعوض أحد أهم النواقل الحشرية لكثير من المسببات المرضية للإنسان والحيوان، مثل الملاريا، حمى الودّي المتصدع، الحمى الصفراء، حمى الضنك وداء الفيل.

شط تنسلت وسبخة الزمول مناطق رطبة اختيرت من اجل الدراسة التصنيفية والبيئة ليرقات البعوض. وتحققا لهذه الغاية قمنا بتحليل البيئة السكنية لهذه اليرقات وذلك بدراسة ومتابعة عدة خصائص فيزيائية وكيميائية الخاصة بالوسط المائي الذي تعيش فيه هذه الحشرات ومدى تأثيرها على كثافة اليرقات مع تتبع التغيرات المكانية والزمانية.

خلال هذه الدراسة تم التعرف على 11 نوع من البعوض ينتمون الى عائلتين مختلفتين العائلة الاولى

Anophelinae بجنس واحد Anopheles والعائلة الثانية Culicinae بثلاث أجناس *Aedes*، *Culiseta*، *Culex*

الجنس *Aedes* هو الاكثر انتشارا بالمقارنة مع الاجناس الاخرى خاصة الانواع *Aedes dorsalis*،

Aedes caspius، *Aedes detritus* .

بينت نتائج التحليلات الفيزيائية والكيميائية ان عامل الملوحة مؤثر على توزيع الانواع المتحصل عليها من البعوض.

الكلمات المفتاحية: شط تنسلت، سبخة الزمول، البعوض، نوعية الماء، جرد، الفصول.