

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



UNIVERSITE BADJI MOKHTAR-ANNABA



Faculté des sciences
Département des sciences de la mer
Laboratoire d'écologie des systèmes
terrestres et aquatiques

MEMOIRE

Présenté en Vue de l'Obtention du Diplôme de Magistère
En Biologie Marine

Option
Synécologie fonctionnelle et Parasitisme des organismes marins

Thème

**Caractérisation des peuplements de Culicidae Ornithophiles
impliqués dans la transmission du Virus West Nile dans les
Zones humides du P.N.E.K**

Présenté par :
M^{elle} LAKHDARA DALIA

Membres du Jury :

Président	:	Mr Benyacoub S.	Professeur	Univ. Annaba
Directrice de recherche	:	Mme Bouslama Z.	Maître de conférences	Univ. Annaba
Examineur	:	Mr Bensouilah M.	Professeur	Univ. Annaba
Examineur	:	Mme Bendali F.	Maître de conférences	Univ. Annaba

Année 2008-2009

INTRODUCTION

La Biodiversité peut être comprise comme une étude de la différence, à savoir ce qui distingue et par la même rend originale deux entités voisines dans l'espace ou dans le temps (Blondel 1994). La conservation de la biodiversité constitue un enjeu planétaire qui passe obligatoirement par une parfaite connaissance de la distribution de la faune et de la flore. La réalisation d'inventaire faunistique s'inscrit dans cette perspective. Importance de la biodiversité des zones humides.

A ce titre, les insectes qui constituent plus de (50%) de la diversité de la planète (Wilson, 1988) et près de (60%)de celle du règne animal (Pavan, 1986), devraient faire l'objet d'une attention particulière. La place mineure qui leur est encore accordée aujourd'hui dans beaucoup de domaines est sans commune mesure avec leur importance biologique et écologique (Maurin & Haffner, 1994 ; Hebert, 1995). Dans de nombreux cas, cela est dû au peu d'informations dont on dispose sur chaque espèce quant à sa distribution géographique au niveau le plus fin et à la place réelle qu'elle occupe dans les écosystèmes. Or, Seule une connaissance précise de la taxonomie, de l'écologie et de la biogéographie de nombreux groupes biologiques permettra d'envisager d'utiliser les plus intéressants d'entre eux, ainsi que les paramètres environnementaux qui leurs sont liés, comme indicateurs indirects de la biodiversité (Noss, 1990).

On reconnaît habituellement trois grands domaines d'application à la systématique biologique : la taxinomie, la phylogénie, et la classification. La taxinomie a pour principal objet la reconnaissance des espèces, de leurs caractéristiques et leurs fonctions. Il s'agit donc d'une fonction strictement descriptive dont le but est de définir et de nommer l'espèce (ou taxon). La phylogénie, pour sa part propose comme principal objectif de préciser les relations de parenté et de descendance entre les espèces. Finalement, la classification, au sens phylogénétique du terme, pourrait être définie comme le processus visant à regrouper les espèces à l'intérieur d'un système hiérarchique qu'on souhaite le plus conforme à un ordre dit naturel (Alarie, 1998).

En règle générale, l'association vecteur – germe pathogène est très spécifique. Quel que soit le groupe biologique auquel le vecteur appartient, la distribution de la ou des maladies qu'il transmet dépend directement de l'écologie de l'espèce vectorielle que la transmission est la

plus intense, devenant plus instable vers les limites de l'aire de distribution du vecteur. Un deuxième point important tient au rôle déterminant que l'eau joue dans l'écologie de la plupart des vecteurs, sinon de quelques-uns. Les limites de la zone de distribution de la maladie sont en grande partie déterminées par cette association.

On entend par vecteur tout organisme qui intervient dans la transmission d'un agent pathogène, transmission qui peut être interhumaine ou de l'animale à l'homme. Dans la pratique, on a tendance à considérer que les vecteurs sont des insectes hématophages qui ingèrent un germe pathogène présent dans le sang qu'ils prélèvent sur un hôte infecté et l'injectent ensuite à un nouvel hôte à l'occasion de leur prochain repas de sang. On connaît bien le rôle des moustiques dans la transmission des maladies mais d'autres diptères hématophages en sont également capables. Plus généralement, on considère également comme vecteurs des organismes qui n'appartiennent pas à la classe des insectes : les Tiques (qui appartiennent à la classe Arachnides), certains Mollusques aquatiques qui servent d'hôtes intermédiaires à des parasites de l'homme et les rongeurs qui peuvent constituer des réservoirs de certains agents pathogènes. Dans de nombreuses régions du monde, la transmission des maladies véhiculées par des vecteurs est également un rôle déterminant dans la délimitation de l'aire d'extension des maladies à transmission vectorielle.

Les Culicinés constituent un groupe qui comprend des espèces appartenant aux genres *Culex* et *Aedes*. Parmi les espèces du genre *Culex*, *C. quinquefasciatus* est l'une des mieux connues du voyageur, en raison de la nuisance qu'il constitue. Comme il se reproduit dans les eaux polluées par des matières organiques, il est principalement présent en milieu urbain. Il est quelque fois associé à certaines activités agricoles telles que la production de fibres de coco (au Sri Lanka par exemple, les silos où sont entassées les enveloppes de noix de coco constituent d'excellents gîtes larvaires). Ce moustique transmet la filariose lymphatique et un certain nombre d'affections virales, notamment la fièvre à virus West Nile. Parmi les autres représentants importants du groupe *Culex* figurent *C. vishnui* et *C. tritaeniorhynchus*, qui prolifèrent dans les rizières irriguées et transmettent le virus de l'encéphalite approximativement japonaise. La distribution de ce virus se limite à une zone s'étendant approximativement du Japon et de la République démocratique de Corée au nord-est, à l'Asie du sud-est et au sous-continent indien. Des flambées peuvent éclater lorsque deux conditions sont

remplies : présence de porcs qui servent d'hôtes à la multiplication du virus et explosion de la population de Culicinés vecteurs par suite de changements de grande ampleur sur le plan hydrologique, comme une irrigation à grande échelle destinée à amorcer le cycle de récolte du riz ou des précipitations massives dans une zone semi-aride . En principe, ces Culicinés se nourrissent de préférence sur des animaux, mais dans des conditions extrêmes, la transmission du virus peut s'étendre à la population humaine. Dans les pays comme le Bangladesh, le risque de transmission est fortement réduit en raison d'absence de porcs.

Les moustiques du genre *Aedes* sont les vecteurs des virus de la dengue et de la fièvre jaune. Contrairement aux anophèles et aux culex, les *Aedes* piquent principalement de jour, mais aussi de nuit. *A.aegypti* et *A.albopictus* se sont adaptés au milieu façonné par l'établissement humain, et ils y prolifèrent dans les petites collections d'eau située aux alentours et à l'intérieur des habitations. C'est en général dans les zones défavorisées que leur densité est la plus forte, même dans les zones résidentielles, les conditions peuvent leur être favorables (par exemple en raison de la présence de climatiseurs ou de « desert coolers » comme on les appelle en inde). Les flambées de dengue et de fièvres jaune trouvent généralement un large écho dans les médias, et donnent lieu à des opérations de brumisation organisées par les services municipaux de lutte anti vectorielle. En pareil cas, les voyageurs doivent être attentifs au risque de piqûres d'*Aedes*.

Parmi les vecteurs de maladies figurent les Anophèles, moustiques qui sont les vecteurs exclusifs de paludisme, parasite responsable de paludisme. Quelque 30 espèces d'Anophèles interviennent dans la transmission de la maladie, avec chacune leurs particularités biologiques et écologiques. les espèces qui archétypiques en sont *Anophèles gambiae* en Afrique subsaharienne, qui est un vecteur très efficace dont les larves se développent dans la moindre collection d'eau douce exposée au soleil (y compris en ville), *A,darlingien* d'Amérique du sud, qui prolifère dans les clairières de la forêt humide, *A.culicifacies* en Asie méridionale qui affectionne les mares d'eau stagnantes ensoleillées, en particulier dans les réseaux d'irrigation, et enfin *A.dirus*, en Asie du sud-est , qui prospère dans les zones de forêt humide. Dans certaines régions du monde, les Anophèles jouent un rôle dans la transmission

des viroses locales notamment en Afrique subsaharienne ainsi que dans celle de la filariose lymphatique.

Les zones humides ont très longtemps été vécues par l'homme comme des zones à danger, de maladies, de foyers à « miasmes ». Cela a été la cause de la cause de nombreux assèchement, notamment dans le cadre de la lutte contre le paludisme. Les zones humides méditerranéennes, comme la Calle, présentent un contexte particulièrement favorable au développement de certaines maladies humaines : des populations d'oiseaux très importantes, hôtes amplificateurs potentiels d'agent pathogènes, des populations de moustiques et tiques très importantes, vecteurs potentiels de pathogènes chez les populations humaines en pleines croissance sur tout le littoral méditerranéen

La région d'El-kala a fait l'objet de plusieurs axes de recherche tant floristique que faunistique. Parmi les animaux l'avifaune est de loin la plus étudiée. Plusieurs oiseaux paléarctiques et notamment la Mésange bleue et le Merle noir (Bousslama, 2003) sont hyper parasités par des hémospodidies avec une prévalence et une abondance relativement grandes. D'après divers auteurs et notamment Valkiunas comme modèles d'études afin d'expliquer et remédier à certaines protozooses humaines .C'est le cas de la malaria ou paludisme où des investigations importantes telles que les études des cycles de vie, du développement, de la chimiothérapie, la culture in vitro de l'agent pathogènes ainsi que la vocation et un certain nombre d'axes de recherche sont actuellement effectuées sur des modèles d'hémospodidies d'oiseaux.

Pour l'identification des agents infectieux aviaires et notamment responsable de la fièvre du Nil Occidental (W.N.V), il nous a paru nécessaire de connaître l'identité de leurs vecteurs. Ce présent travail, s'intéresse à l'identification de toutes les espèces de moustiques ornithophiles localisées dans la région d'El-kala et présente un triple objectif :

1. Etude de la variation de la biodiversité des peuplements de Culicidés en fonction du milieu.
2. Dynamique de ces peuplements en fonction de la saison.
3. Corrélations entre les facteurs climatiques de l'environnement et les peuplements de Culicidés.

MATRIELS ET METHODES

1. Description de la zone d'étude

L'étude a été réalisée au niveau du Parc National d'El-Kala (P.N.E.K) qui abrite le complexe de zones humides le plus important du pays. Le PNEK est l'un des plus grands parcs d'Algérie, caractérisé par de nombreux écosystèmes et une importante richesse biologique et paysagère. Cette région a fait l'objet de nombreux travaux qui ont été synthétisés par (Benyacoub et al.1998), dans le cadre d'un plan de gestion du PNEK. Nous nous baserons sur ces travaux pour décrire sommairement la région.

Le PNEK est localisée à l'extrême Nord-est algérien, il est limité par la mer méditerranée au Nord, les monts de Medjerda au Sud, la frontière Algéro-tunisienne à l'Est et les plaines d'Annaba à l'Ouest.

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

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

Le relief de la région se compose d'une série de dépressions, dont certaines sont occupées par des formations lacustres et palustres et des hautes collines aux formes variées : des dômes,

escarpements, alignements de crêtes généralement couverts par une végétation dense (De Belair, 1990).

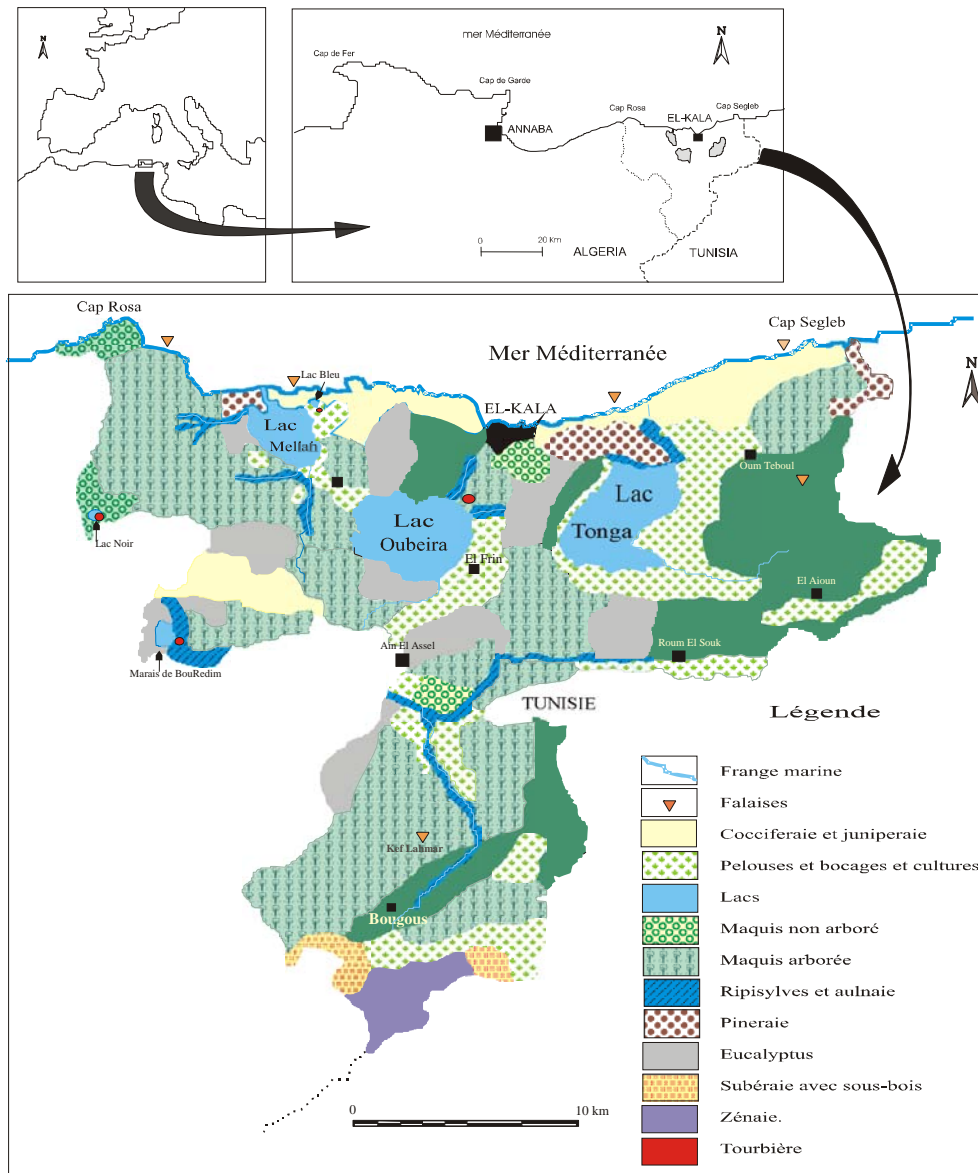


Figure 1 : Localisation et limites du parc national d'El Kala (Benyacoub et al, 1998)

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

Le climat de la région est du type méditerranéen, avec alternance d'une saison pluvieuse et d'une saison sèche, due à l'action combinée de différents facteurs climatiques. La température de la région est influencée d'une part par la mer et d'autre part par les formations marécageuses et lacustres qui s'y trouvent. Ainsi la température moyenne annuelle maximale au niveau de la région d'El-Kala est de 22.36 °C avec une température moyenne de 18.61°C (station météorologique d'El-Kala).

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

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

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

- Etage sub-humide à hiver chaud : IL se caractérise par l'aire de l'Oléo Lentisque à Caroubier au niveau de la mer et par celle de l'Oléo lentisque à Myrte à un niveau altitudinal supérieur (Toubal 1986).
- Etage humide à hiver chaud à Tempéré : IL se caractérise par l'aire du Chêne liège (*Quercus Suber*).
- Etage humide à hiver Tempéré : Il se manifeste au delà de 800 à 900 m d'Altitude et se caractérise par l'aire du Chêne zeen (*Quercus faginea*) qui se développe lorsque la pluviométrie est supérieur ou égale à 900 mm/an.

Enfin, la particularité de la région réside aussi dans la présence de populations relictuelles d'espèces végétales et animales dont l'aire de distribution actuelle est tropicale ou européenne (Benyacoub & *al.*, 1998).

Ces populations seraient maintenues depuis au moins le tertiaire grâce à la présence de 25000 hectares de zones humides combinée à une température moyenne élevée. Junqua (1954) et Joleau (1936) (*in* Bouslama, 2003) insistent sur le caractère biogéographique particulier de cette région, où des traces de l'ancien climat tropical Nord africain côtoient une faune et une flore aux affinités européennes.

2. Présentation de la région d'étude

2.1. Climatologie générale de la région d'étude

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

La température : Ce paramètre est fonction de l'altitude, de la distance à la mer et de la position topographique (Toubal 1986) ; de manière plus générale, Seltzer (1946) souligne que : «...dans toute l'Algérie (Sahara non compris), la température moyenne est, de novembre à avril, inférieure à la moyenne annuelle ; elle lui est supérieure de mai à octobre...». On peut donc

divise l'année en un semestre froid et un semestre chaud (*In de Belair 1990*). Le tableau suivant permet d'en évaluer la variation.

Tableau 1 : Températures mensuelles de la région d'El-Kala.-source la station météorologique d'El-Kala.2008 –Tmin température minimale –Tmoy température moyenne –Tmax température maximale -(°C) degrés Celsius.

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

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

- Les vents : jouant un très grand rôle dans la région, ils sont relativement stables depuis le Quaternaire récent ; les plus violents sont ceux du Nord-est souvent liés aux pluies d'équinoxes, qui apportent les précipitations les plus importantes venues de l'Atlantique, lorsque les hautes pressions du large des Açores ont cédé le pas aux basses pressions venues de l'Atlantique. A

l'opposé, le sirocco qui souffle du Sud-est principalement en été, assèche l'atmosphère et favorise, avec les températures élevées les incendies de forêts (de Belair 1990).

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

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

Tableau 2 : Précipitation de la région d'El-kala .-source la station météorologique d'El-Kala_2009

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

2.2. Géomorphologie et hydrologie de la région d'étude

Le relief du Parc National d'El-Kala se compose d'une succession de dépressions dont certaines sont occupées par des formations lacustres ou palustres ou de hautes collines aux formes variées : dômes, escarpements, alignement de crêtes, généralement couvertes par une végétation dense (de Belair 1990). De ce fait, et en allant du Nord vers le Sud du parc, on distingue géomorphologiquement : un système de collines basses de 30 à 310 m (100 m de moyenne) de hauteur, représenté par les collines du djebel Koursi. Ces reliefs bas peuvent être dunaires près du littoral, ou gréseux. Ce système s'étire sur une quinzaine de kilomètres vers le Sud et

s'interrompt au niveau de la vallée de l'oued Kébir. Au-delà de cette vallée, le relief s'accroît et augmente jusqu'à 500 m environ. Puis viennent les collines hautes, essentiellement gréseuses, qui sont représentées par les monts de Bougous. Enfin, au Sud de ces formations, le relief devient plus important, puisqu'il augmente jusqu'à 1202 m d'altitude (djebel Ghorra), point culminant de la région.

Cette région se caractérise par une grande richesse hydrologique. En effet elle est parcourue par trois grands ensembles de répartition des eaux :

- La zone Sud-Est, drainée par trois oueds : l'oued Bougous et l'oued Mellila qui se jettent dans l'oued El Kebir, et qui débouche dans la mer par l'oued Mafragh, après avoir traversé les marais de la Mekkada.
- La zone Est, caractérisée par plusieurs oueds à faible densité qui vont en partie alimenter le lac Tonga et s'infiltrer pour recharger la nappe phréatique, ou encore stagner sous forme de marécages.
- La zone Ouest parcourue par de nombreux oueds (Bouaroug, Mellah, Reguibet, Bou Merchen, Demnet Rihen...), qui se déversent pour la plupart dans les lacs Mellah et Oubeira.

Il est à noter également l'existence de nombreuses sources au sein du PNEK. Les plus importantes sont celles de Bougles, Bouredim et El-Bhaim au Sud-Est de la région.

2.3. Richesse faunistique

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

3. Sites échantillonnés

Pour les besoins de l'étude, nous avons retenus trois sites. (**Figure 2**).



Mellah Tonga Oubeira

Figure 2: Localisation des sites d'étude (source Google Earth).

3.1 Le lac mellah



Figure 3: lac El Mellah

Situé à 36° 53'N et 08° 20' E, Le lac Mellah, **réserve intégrale de 860 ha (lagune unique en Algérie)**, est une ancienne vallée fluviale qui s'est transformée en lagune après avoir été envahie par l'eau marine. C'est l'unique lagune qui existe en Algérie. Son fonctionnement dépend des flux hydriques continentaux, les intrusions d'eau marines au gré du rythme des marées et l'apport local de précipitations (Retima, 1999). On remarque au nord du lac un cordon dunaire qui est creusé par un chenal qui le relie à la mer et permet ainsi des échanges entre les deux milieux. Ces échanges confèrent au lac un taux de salinité proche de celui de la mer (29 – 35%). Cette lagune est une zone humide où s'interpénètrent et se juxtaposent plusieurs écosystèmes. Cette diversité écologique est largement déterminée par le jeu des influences de l'eau douce d'origine pluviale et de l'eau saumâtre en divers points du site. Du Sud au Nord, on peut distinguer les unités suivantes :

Le marais : Situé au sud du lac, au nord de la route CW109, il s'étend sur une superficie de 24 ha. En partie asséchés en été (de mi-juillet jusqu'à la fin septembre), le marais, de faible profondeur, est inondé par les apports pluviaux directs, par l'augmentation de débit de l'oued Bouaroug ou par le flot d'origine marine. Il est soumis aux aléas des variations climatiques saisonnières caractéristiques du climat méditerranéen. Il constitue cependant un site privilégié de nourrissage et de nidification pour plusieurs espèces d'oiseaux migrateurs ou sédentaires. Cette

richesse est due essentiellement au caractère saumâtre et à la faible profondeur de ses eaux ainsi qu'à la présence d'une importante quantité de ressources trophiques que ces oiseaux exploitent toute l'année. En effet, et durant un cycle annuel Boukhroufa (2001) a montré que le marais est un site important pour de nombreux Ardéidés, de Laro-limicoles et d'Anatidés durant l'hivernage et des Charadriidés et des passereaux paludicoles durant la période de nidification. On retrouve ce genre de milieu, sur des superficies plus réduites au Nord et au Nord-Ouest du lac.

Les sansouires : Occupant une superficie de 30 ha, ces terres basses et salées, dont la croûte craquelée en été, sont recouvertes de salicornes et scirpes où paissent des bovins. Inondée l'hiver, elles procurent, durant le printemps, aux limicoles (Echasses blanches, Chevaliers...) des milieux humides favorables.

Les milieux boisés : Ils jouent un rôle important dans l'équilibre global du système. En effet, ils favorisent son exploitation comme zone de nidification ou de protection pour de nombreuses espèces (Martin pêcheur, Poule d'eau, Héron blongios...). L'Aulnaie à *Alnus glutinosae* et *Fraxinus angustifolia* d'une superficie de 14,5 ha est localisée à l'extrême sud du marais. Sa présence et son maintien sont favorisés par l'écoulement de l'oued Bouaroug. Cette forêt est le lieu de vie de nombreux insectes servant de nourritures aux oiseaux (Aigrette, Hérons,..).

D'une manière générale, les rives Ouest et Est du lac sont bordées d'une couverture arborée importante, composée d'Aulne glutineux, de Chêne liège ou d'Eucalyptus. Cette couverture se maintient grâce à la pression hydrostatique de l'eau douce qui s'écoule en permanence des reliefs vers les rives du lac et qui compense suffisamment l'influence de l'eau saumâtre pour permettre son maintien et son développement.

La plage : C'est une bande relativement étroite de sable qui sépare le marais du lac et sur laquelle croissent quelques pieds de Tamarix. Les deux exécutoires de l'oued Bouaroug, par lesquels le flot des eaux du lac pénètre lors des marées sont situés dans la partie sud de cette bande sableuse. On retrouve des bandes sableuses de ce type, le long des berges du lac jusqu'au nord. Elles sont parfois entrecoupées, notamment à l'Ouest par des amas rocheux et des Tamaricaies denses.

Le lac proprement dit : de forme grossièrement ovoïde et d'une superficie de 860 ha, il est caractérisé par une profondeur maximale de 5,2 m (Messerer 1999) et une profondeur moyenne de 2,5 m. Les profondeurs inférieures ou égales à 3 m couvrent 52,28% de la superficie alors les profondeurs supérieures à 3 m en couvrent 47,70%. Les zones de plus forte profondeur sont localisées au centre du lac avec un étirement Nord-Sud. Ce site est quotidiennement soumis à un phénomène de marée étroitement dépendant des mouvements de pleine mer et de basse mer. En outre, il est alimenté au niveau continental par trois principaux cours d'eau, l'Oued El-Aroug, l'Oued Mellah et l'Oued Reguibet. Son bassin versant couvre une superficie de 77 Km². La présence des cours d'eau à l'ouest et au sud détermine parfois un gradient Sud-Nord de salinité. La productivité de ce type de milieu est soulignée par Retima (1999). En effet, placé à l'interface continent-mer, il reçoit les matières nutritives des flux hydriques continentaux et les flux marins vivifiants et chargés d'organismes producteurs et consommateurs. A vocation aquacole certaine, le lac Mellah reste cependant sous exploité eu égard au caractère artisanal de la pêche qui y est pratiquée depuis quelques années.

3.2 Le lac Oubeira



Figure 4: lac Oubeira

Le lac Oubeira est une nappe d'eau douce de 2200 ha qui se situe à la côte 25 mètres (Joleaud, 1936). C'est le plus profond lac d'eau douce du PNEK. Sa profondeur ne dépasse pas 2m et il s'inscrit dans un quadrilatère de 5 x 4 km, développant environ 19 km de rives. Son bassin

versant a une surface de 125 Km² dont 40 Km² en terrain plat et 85 Km² en collines. Fonctionnant de manière endoréique, il est alimenté par une dizaine d'oueds (Demnet El-Rihan, Boumerchen, Dey Elgraâ, oued Messida pour les principaux...). En hiver, à l'occasion des fortes précipitations, les eaux de l'Oued El-Kebir parviennent au lac principalement par l'oued Messida qui prend naissance au sud. En été, quand le niveau de l'oued El-Kebir est au plus bas, le système hydrologique fonctionne en sens inverse, la Messida ayant la particularité de couler dans les deux sens (Bougessa, 1993 *in* Ammouchi et al. , 1999).

Le lac présente un taux de salinité faible et des fluctuations régulières du niveau d'eau. Les suspensions charriées par l'oued Kebir et l'action des vents qui se conjugue à la faible profondeur du lac, rendent les eaux turbides la majorité de l'année et particulièrement en hiver. Les informations encore assez fragmentaires sur la qualité des eaux des lacs (MORGAN, 1982 ; MIRI, 1996) donnent un pH neutre à légèrement alcalin et une salinité de 0,1 à 0,3 g/l.

3.3 Lac Tonga



Figure 5: Lac Tonga

C'est un étang et marais d'eau douce d'une superficie de 2700 ha communiquant avec la mer par le chenal artificiel de la Messida. Il se caractérise par la présence d'îlots flottants colonisés par des saules, de grandes plages d'eau libres occupées partiellement par le nénuphar blanc et une importante couverture végétale en forme de mosaïque.

C'est une zone humide importante d'hivernage pour 25.000 anatidés et foulques, c'est également un site de nidification exceptionnel pour plusieurs espèces dont certaines sont très rares ou en recul dans leurs aires de répartition comme l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, la Talève sultane *Porphyrio porphyrio* et la Guifette moustac *Chudonias hybridus* et une colonie composée de plusieurs hérons.

Le Tonga date du Quaternaire, des mouvements tectoniques ont permis le creusement de sa cuvette composée d'argiles de Numidie. De dépression laguno-marine, elle s'est transformée en lac d'eau douce par envasement consécutif à des dépôts de limons arrachés aux collines. Le bassin versant, d'une superficie de 150 km², est constitué de sols de marécages et d'alluvions formés de sable et limons récents, des formations du Pontien, composées de conglomérats de grès de Numidie formant des reliefs abrupts, d'argiles de Numidie et de calcaires noirs de l'Eocène moyen. Il est alimenté par de nombreux affluents et par deux oueds importants : El Hout au sud et El Eurg au nord.

4. MATERIEL BIOLOGIQUE

4.1 Présentation de la famille des Culicidae

Les Culicidae sont des insectes Mécoptéroïdes Diptères Nématocères remarquables par l'évolution progressive qui affecte parallèlement l'imago et la larve. L'ordre des Diptère compte environ (80 000 espèces) et se place au quarantième rang après les Coléoptères (300 000 espèces), les Lépidoptères (100 000 espèces) et Hyménoptères (100 000 espèces). Cependant, il occupe la première place, soit par le rôle de vecteur d'organisme pathogènes (virus, Protozoaires, Helminthes) de certains de ses représentants, soit par la nuisance d'autres. Ce groupe d'insecte hématophage a bénéficié du plus grand nombre d'études dans le monde et dans le temps, (Theobald 1901-1910) ; Neuveu Lcuraire 1902 ; LANG 1920 ; Stone et al ; 1994. Brunhes et al ; 1992 ; 1997 ; 1998 a, b ; 1999 ; 2000). Les Culicidae sont des Nématocères Holométaboles présentant des stades pré imaginaires aquatiques (œuf, larve, nymphe) et un stade aérien (imago ou adulte). (in Bendali.2006).

4.1.1 Description des adultes

Les moustiques sont de petits insectes présentent une taille de 5 à 20 mm, au corps élancé. Le corps et les pattes ont une coloration variant de brun pâle à noir, parfois marquée de taches et de bandes. (Bourassa, Jean-pierre 2000. Coldrey, J. et G. Bernard. 1990).

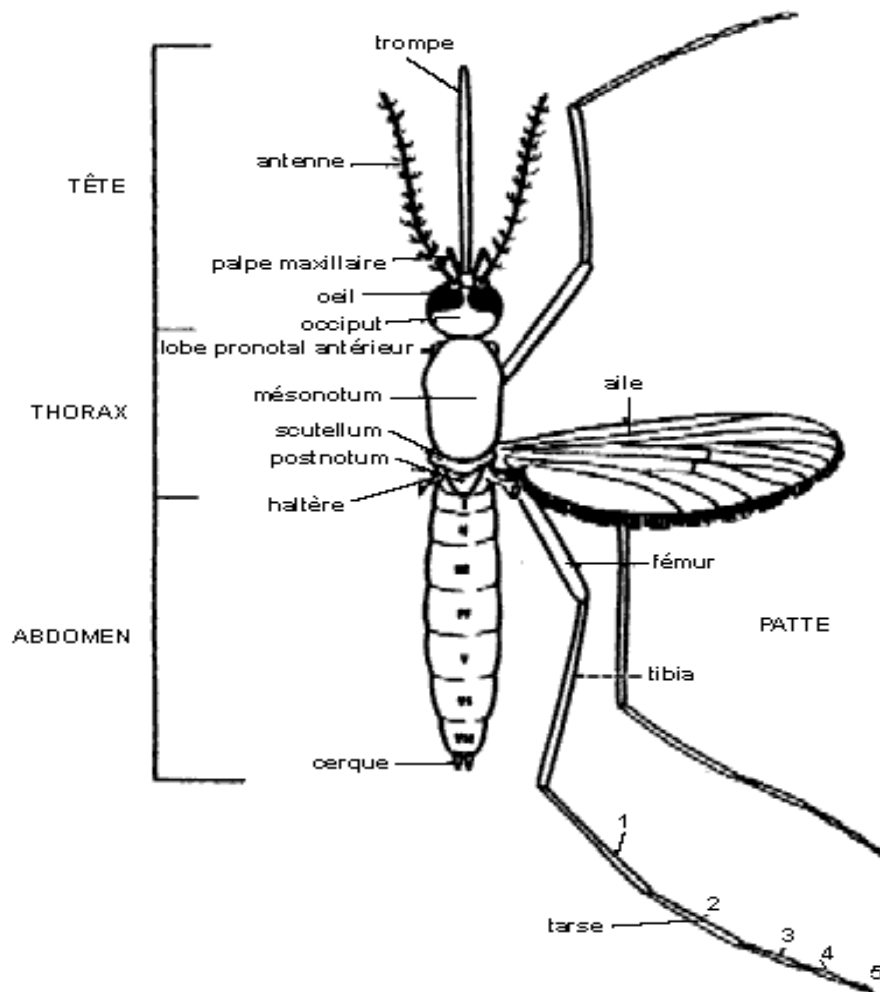


Figure 6: Morphologie générale schématique d'un moustique adulte (O.M.S. ,1973).

Tête :

Rappel : morphologie externe de la tête des Culicidae

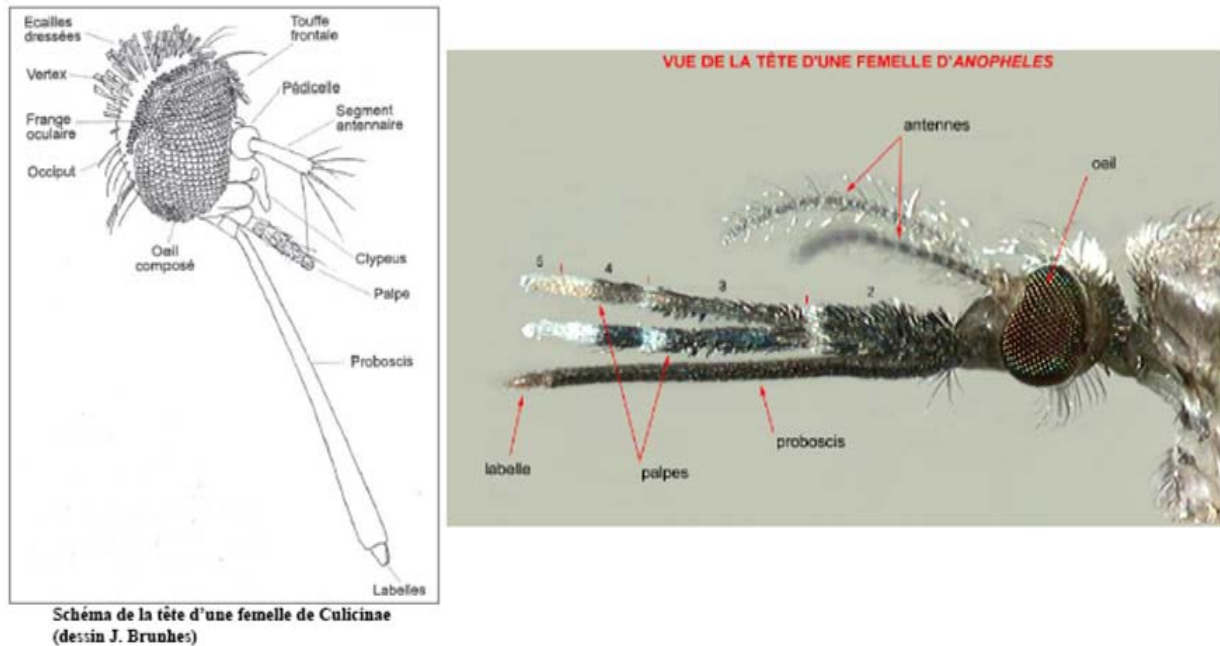


Figure 7: La morphologie de la tête d'un Culicidae (le logiciel de BRUNHE et al., 2001).

La tête porte deux grands yeux composés et une paire d'antennes formant un V dirigé vers l'avant. Les antennes des femelles sont discrètes et ornées d'un petit nombre de soies courtes. Celles des mâles sont plumeuses, touffues et munies de soies longues.

La tête porte aussi une longue « trompe », ou proboscis, caractéristique. Celle de la femelle est allongée et presque droite. Elle comporte six pièces buccales très effilées, dont quatre sont des stylets fins et pointus capables de percer l'épiderme des vertébrés dont l'insecte aspire le sang. Les pièces buccales du mâle, qui ne pique pas, sont moins rigides et ne peuvent percer la peau. (Bourassa, Jean-pierre 2000. Coldrey, J. et G. bernard. 1990).

Thorax :

Le thorax trapu porte une seule paire d'ailes longues et étroites. Les ailes sont ornées de minuscules écailles qui soulignent les nervures et forment parfois des taches. On trouve aussi sur le thorax une paire de petits balanciers, ainsi que trois paires de pattes longues et grêles, souvent marquées de bandes blanches près du corps ou à l'autre extrémité. Chaque patte se termine par deux griffes. (Bourassa, Jean-pierre 2000. Coldrey, J. et G. bernard. 1990).

Ailes :

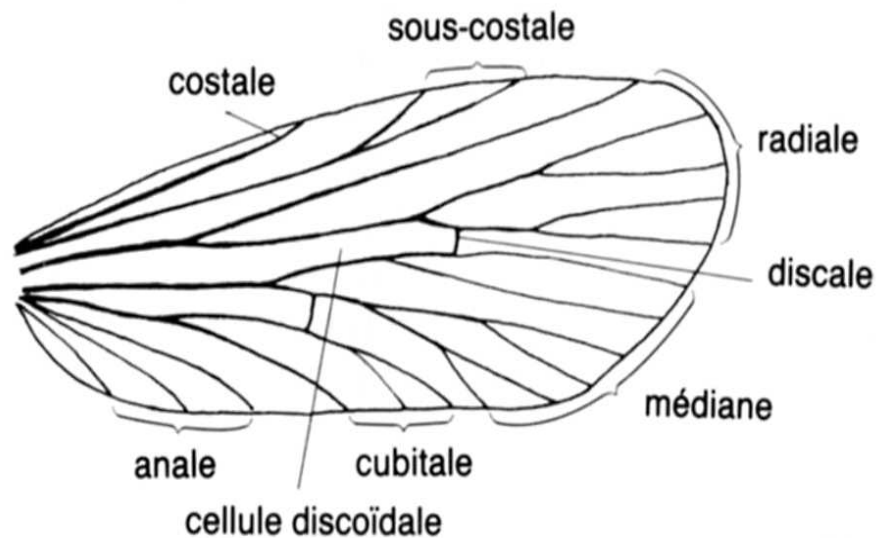


Figure 8 : La morphologie de l'aile chez le moustique.

La nervation es simple, elle comprend deux bords, l'antérieur ou costal, le postérieur ou anal ; une base thoracique et un apex. Les nervures sont très employées en systématique : les longitudinales, parfois bifurquées, relient la base à l'apex ; les transversales unissent les longitudinales entre elles ; celles-ci sont numérotées de 1 à 6 d'avant en arrière (**Figure 8**). Les nervures divisent l'aile en cellules. La frange alaire comporte des écailles courtes (écailles de bordure) ; des écailles lancéolées plus longues (écailles plumeuses) ; les écailles de la frange sont claires ou sombres elle peuvent être claviformes (squaine scales) ou fusiformes (plume scales). Les premières leur position est médiane et latérale, ont la tige inclinée, mais tout le reste de leur

lamelle est parallèle à la surface, leur partie apicale est large, presque horizontale légèrement échancrée, tandis que les secondes sont étroites, lancéolées, à partie apicales effilée avec peu de nervures, et leur position est oblique par rapporte à la surface alaire .(In Bendali , 2006).

Pattes :

Chaque patte comprend une hanche ou coxa, un trochanter, un fémur, un tibia, et les tarses comprenant cinq articles, dont le premier est aussi long que les quatre autres réunis, le cinquième porte parfois un empodium et deux pulvilles ainsi qu'une paire d'angles égaux, simple chez la femelle et inégaux à la première paire de pattes du mâle . Les écailles des pattes dessinent des mouchetures, tâche, anneaux basaux, apicaux ou occupant toute la longueur de l'article, très utilisés dans la systématique (**Figure 9**) .Le dernier article porte deux griffes et parfois un empodium et deux pulvilles. (In Bendali ,2006).

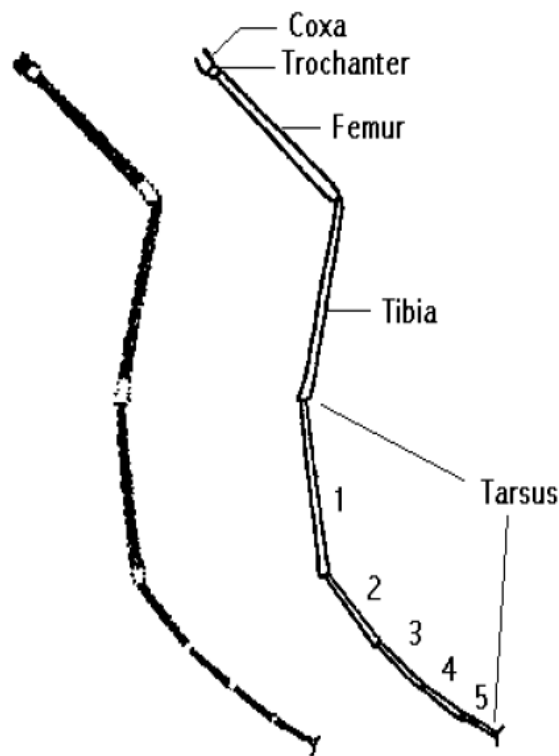


Figure 9 : Morphologie des pattes (Boubidi said chawki ,2008).

Abdomen :

L'abdomen du moustique est allongé et beaucoup plus étroit que son thorax. Sa face dorsale est uniformément sombre ou décorée de bandes ou de triangles pâles. (Bourassa, Jean-pierre 2000. Coldrey, J. et G. bernard. 1990).(Figure 10).

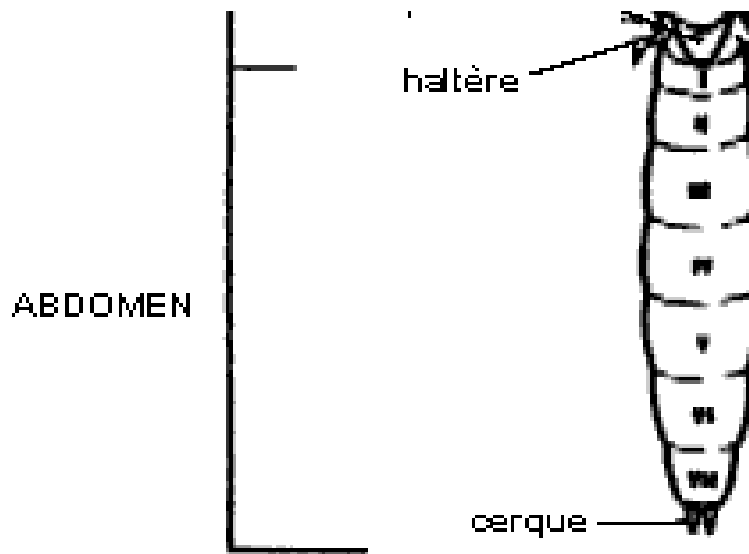


Figure 10 : Morphologie de l'abdomen.

La femelle est généralement plus grosse que le mâle.

4.1.2 Cycle de vie

Le cycle vital des moustiques présente de nombreuses variations selon les espèces. Tous sont des insectes à métamorphose complète, ou holométaboles. Les stades de l'œuf, de la larve et de la nymphe sont aquatiques, alors que l'adulte est aérien. Les moustiques adultes sont présents tout le printemps et tout l'été, et même à l'automne certaines années, puisque les périodes d'activités des diverses espèces se succèdent dans le temps. (Bourassa, Jean-pierre 2000. Coldrey, J. et G. bernard. 1990). (Figure 12).

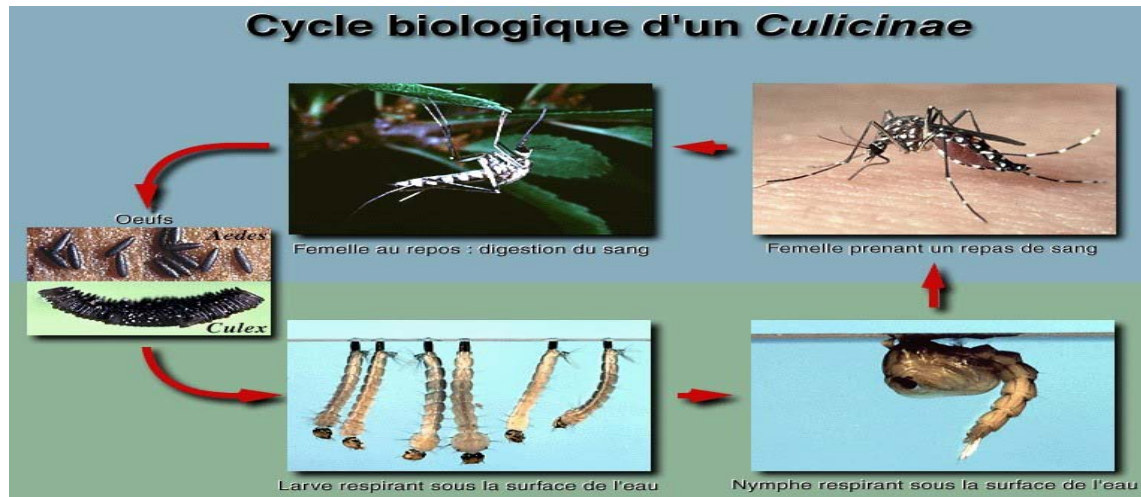


Figure 11: cycle biologique d'un *Culicinae*. (le logiciel de Brunhes et al., 2001).

L'accouplement des moustiques a lieu en vol ou dans la végétation. Les femelles gardent la semence du mâle dans leur spermathèque, une petite poche située dans l'abdomen. Une fois fécondées, elles partent en quête d'un repas de sang. Les mâles ne vivent généralement que quelques jours, puisant dans le nectar des fleurs les sucres qui leur fournissent de l'énergie. (Bourassa, Jean-pierre 2000. Coldrey, J. et G. bernard. 1990).

Après avoir absorbé du sang, la femelle se pose dans un endroit abrité pour digérer son repas. Quelques jours plus tard, selon son espèce, elle pond dans différents milieux aquatiques ou sur le sol humide.

Œuf :

Les œufs sont déposés par exemple sur la vase bordant un étang temporaire (moustiques du genre *Aedes*), sur l'eau d'un étang permanent (*Anopheles*), sur l'eau de contenants artificiels (*Culex*), dans un creux d'arbre (*Orthopodomyia*), etc. De 50 à 300 œufs sont pondus en quelques heures ou en plusieurs jours, selon les espèces. En général les œufs sont déposés individuellement, mais on les trouve aussi accolés les uns aux autres, formant des barquettes ou de petits radeaux flottant à la surface. Les œufs sont fusiformes, allongés et renflés dans leur

milieu, et parfois munis de minuscules flotteurs. Selon l'espèce et la période de l'année, l'éclosion se produit après quelques heures ou est plus ou moins retardée, parfois de plusieurs mois. Certains œufs de moustiques peuvent résister à une période de sécheresse de trois à cinq ans. (Bourassa, Jean-pierre 2000. Coldrey, J. et G. bernard. 1990).

Larve :

Après sa sortie de l'œuf, la minuscule larve (de 1mm- 15cm) grandit en passant par quatre stades larvaires. Sur la tête de la larve se trouvent des yeux simples, de courtes antennes arquées et un ensemble de brosses buccales. Le thorax porte sur les côtés plusieurs groupes de soies raides disposées en éventail. L'abdomen allongé se termine en général par deux structures placées en V sur le plan vertical : un siphon dorsal et les deux derniers segments abdominaux déportés ventralement. Le siphon, plus ou moins allongé selon les espèces, facilite la respiration de la larve. Vers l'extrémité de l'abdomen se trouvent quatre branchies anales allongées et blanchâtres qui jouent aussi un rôle dans la respiration. On trouve également dans cette région de l'abdomen des touffes de longues soies. (Bourassa, Jean-pierre 2000. Coldrey, J. et G. bernard. 1990).

Nymphe :

Lorsqu'elle a terminé sa croissance, la larve devient moins active. Elle se transforme en nymphe. Celle-ci, beaucoup plus trapue que la larve, a la forme d'une virgule. Sa partie avant correspond à la tête et au thorax ; elle porte une paire de tubes respiratoires. L'abdomen est libre et se termine par deux palettes natatoires. La nymphe est active mais il lui arrive de rester immobile juste sous la surface de l'eau, absorbant l'air par ses tubes respiratoires. Si elle est dérangée, elle plonge vers le fond pour échapper aux prédateurs. La nymphe des moustiques, même si elle est active, ne se nourrit pas. Des nymphes aussi mobiles font figure d'exception chez les insectes à métamorphose complète. (Bourassa, Jean-pierre 2000. Coldrey, J. et G. bernard. 1990).

Emergence :

L'émergence de l'insecte adulte a lieu à la surface de l'eau. La nymphe s'étire, son tégument se fend dorsalement et, très lentement, le moustique s'extirpe de l'exuvie. L'adulte qui vient d'émerger est plutôt mou ; en général, avant de s'envoler, il reste à la surface jusqu'à ce que ses ailes et son corps sèchent et durcissent. Les mâles émergent souvent avant les femelles, car il leur faut davantage de temps pour développer leurs glandes sexuelles. Ils se rassemblent en essaims, souvent le soir, au-dessus des herbes hautes, des masses d'eau ou d'objets proéminents, ou encore dans des clairières. Les femelles viennent les y rejoindre. Les couples se forment et quittent l'essaim pour copuler. (Bourassa, Jean-pierre 2000. Coldrey, J. et G. bernard. 1990).

En général, la durée de vie des moustiques adultes varie d'une semaine à plus d'une trentaine de jours. Certains individus ont vécu deux mois en élevage. Les femelles vivent plus longtemps que les mâles, qui meurent peu après l'accouplement.

Nos espèces communes du genre *Culex* présentent plusieurs générations au cours de l'été. Leur développement larvaire peut se dérouler dans des milieux artificiels. Dans le cas des *Culex*, l'adulte de certaines espèces peut hiverner, caché par exemple dans le creux des arbres ou les conduites de drainage. Pour certains *Anopheles*, l'hiver peut aussi se passer au stade adulte. Chez quelques espèces, l'hivernation a lieu sous la forme larvaire. (Bourassa, Jean-pierre 2000. Coldrey, J. et G. bernard. 1990).

4.1.3 Rôle écologique

Les moustiques, autant sous la forme de larves que d'adultes, font partie de plusieurs chaînes alimentaires. Ils forment une abondante source de nourriture pour de nombreuses espèces de prédateurs, tant en milieu aquatique que terrestre. Dans l'eau, les stades immatures sont mangés par du zooplancton, des insectes (larves de libellules, dytiques), des poissons, etc. Les adultes sont la proie d'insectes, de batraciens, d'oiseaux, de chauves-souris, etc.

Par leur nombre considérable, les milliards de moustiques permettent de transférer une importante quantité de matière organique (biomasse) des milieux aquatiques aux milieux terrestres. Les larves de moustiques s'alimentent de très petites particules dans les eaux stagnantes puis se transforment en moustiques adultes qui sont dévorés par divers prédateurs terrestres ou aériens. Des études effectuées dans les îles de Sorel ont révélé que ces insectes produisent entre 5 et 45 kilos de matière organique à l'hectare par année. À l'échelle du continent, ce sont des millions de tonnes de matière vivante qui viennent ainsi enrichir les processus écologiques. (Bourassa, Jean-pierre 2000. Coldrey, J. et G. Bernard. 1990).

4.1.4 Alimentation

Les larves, à l'aide de deux brosses labiales situées de chaque côté de la bouche, broutent les algues, les bactéries et les débris organiques qui recouvrent les feuilles mortes et les ramilles du fond, ou filtrent l'eau en surface. De rares espèces peuvent manger d'autres larves de moustiques. Au stade adulte, les moustiques des deux sexes ont besoin d'absorber un repas de sucre, généralement sous la forme de nectar de fleurs ou de sève, avant toute autre activité. Durant le reste de leur vie, le mâle et la femelle se nourrissent surtout de ces liquides et d'eau.

Seule la femelle absorbe du sang. En général, le repas sanguin constitue la source de protéines nécessaire pour compléter la formation des œufs. Selon les espèces, la femelle en quête de sang sera attirée par un mammifère, un oiseau ou même un animal à sang froid, comme une grenouille ou une couleuvre. Les proies des moustiques sont surtout des petits mammifères. (Bourassa, Jean-pierre 2000. Coldrey, J. et G. Bernard. 1990). il faut donner plus de détail sur la physiologie du phénomène : le transfert de matière lors de la succion.

4.4 Identification

Les clés d'identifications utilisées sont dichotomique (Himmi *et al.*, 1995) et (le logiciel de Brunhes *et al.*, 2001). La systématique des *Culicidae* de la région d'el kala a été principalement à travers les investigations générales sur la faune culicidienne Nord-africaine (Senevet et Andarelli ; 1954) et celle de la faune Russe (Guitsevitch et al) qui sont des clés dichotomique

bien détaillées, utilisant la biométrie de certains critères, pour déterminer les sous-espèces des espèces complexes. L'identification de la femelle repose sur la morphologie externe (répartition et couleur des écailles ; structure de l'aile et celle de l'extrémité postérieure abdominale) permettant la distinction des genres et des espèces. (le logiciel de Brunhes *et al.*, 2001).

5 .Analyse des données

5.1 Caractérisation des peuplements

Le peuplement des moustiques peut être caractérisé par l'analyse des paramètres structuraux suivants :

5.1.1 Richesse spécifique « S »

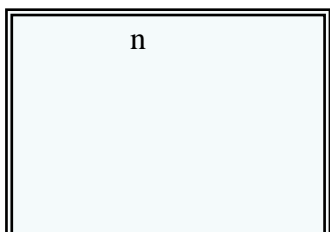
C'est le nombre d'espèce « S » contacté au moins une fois au terme de « N » relevés (Blondel ,1975).

5.1.2 Abondance « N »

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

5.1.3 Diversité spécifique ou diversité observée « H »

La diversité d'un peuplement exprime son degré de complexité. Elle est calculée à partir de l'indice de Shannon et Weaver (1949) (Daget, 1976 in Benyacoub, 1993).



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

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

S : la richesse totale de ce peuplement

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

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

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

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

5.1.4 LA diversité maximale d'un peuplement H'_{Max} se calcul comme suit :

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

S : Richesse totale de ce peuplement.

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

5.1.5 Equitabilité:

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

$$E = H' / H' \text{ max}$$

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

6-Analyses statistiques

La présentation graphique des données s'est appuyée sur l'élaboration d'histogrammes ; de courbes par Excel.

Toutes nos données ont fait l'objet de traitements statistiques en utilisant le logiciel Statistica (eds, 2008). Nous avons procédé à l'analyse de la corrélation à un seul critère pour voir l'impact de certains facteurs climatiques (température et pluviométrie) sur les peuplements de moustiques.

RESULTATS

1. Identification

L'identification des moustiques a été réalisée au niveau du laboratoire d'entomologie médicale de l'hôpital d'el Kala. L'institut pasteur d'Alger (laboratoire d'entomologie médicale) nous a aidés et confirmés celles de certaines espèces. Les espèces de Culicidés ornithophiles recensées lors de notre période d'étude sont au nombre de dix (10).

1.1 *Culex pipiens*

Culex pipiens est une espèce largement représentée dans toute la région holarctique ; dans la région afro-tropicale elle occupe les zones les plus fraîches (Ethiopie, hauts plateaux malgaches...)

forte nuisance dans les zones de marais et de rizières. (le logiciel de Bruhnes *et al.*, 2001).

1.2 *Anopheles labranchiae*

An. Labranchiae est le seul représentant en Afrique méditerranéenne du complexe « *maculipennis* » ; on peut le rencontrer depuis les zones côtières jusqu'à 1 900 mètres d'altitude. Il atteint aussi les zones sahariennes.

Les femelles, essentiellement endophiles, sont aussi très anthropophiles. On peut trouver des adultes au repos dans les anfractuosités de rocher ou dans les haies de roseaux. L'hiver est passé à l'état adulte et les femelles pondent dès les premiers beaux jours.

Dans les zones de plaine et de piémont, *An. labranchiae* est le vecteur majeur du paludisme au Maghreb. (le logiciel de Bruhnes *et al.*, 2001).

1.3 *Aedes biskraensis*

Ae. biskraensis a été décrit à partir de larves, nymphes et adultes des deux sexes capturés en Algérie, dans la région de Biskra. Compte tenu de la brièveté de son cycle de

développement et de son abondance dans sa région d'origine, il est probable que cette espèce a une aire de répartition plus large que celle que nous connaissons actuellement.

Les larves se développent dans les cavités creusées autour des pieds de palmiers dattiers et qui, dans cette région, sont mises en eau 4 ou 5 fois par an. L'eau de ces gîtes est claire fraîche (14 à 20°C). Le développement complet de la larve L1 à l'imago s'effectue en 5 à 6 jours. Dans ce type de gîtes, les espèces associées étaient *Ae. vexans*, *Ae. detritus* et *Ae. dorsalis*.

Les femelles piquent aussi bien l'homme que les mammifères domestiques, l'âne en particulier. Elles sont endophages et nocturnes.

Le rôle vecteur de cette espèce reste inconnu. Avec 4 sous-genres totalisant 18 espèces, le genre *Aedes* est, en l'Afrique méditerranéenne, l'un des plus diversifiés.

Ses œufs sont dépourvus de flotteurs et pondus séparément. La coque, dure et imperméable, leur permet de résister, parfois pendant plusieurs années, à la dessiccation.

La présence sur le thorax de soies postspiraculaires suffit souvent à identifier un adulte d'*Aedes* car ce caractère n'est partagé qu'avec les anophèles.

Les stades pré-imaginaux des *Aedes* se rencontrent dans de nombreux types de gîtes (trous d'arbres, récipients, trous de rocher, mares temporaires et permanentes, eau douce ou saumâtre, etc.). Les imagos piquent le plus souvent de jour, plus rarement au crépuscule.

De nombreuses espèces piquent l'homme. Certaines d'entre elles transmettent des arboviroses (fièvre jaune, fièvre de la vallée du Rift, dengues, etc.). (le logiciel de Bruhnes *et al.*, 2001).

2. Caractérisation des peuplements

2.1. A l'échelle régionale

2.1.1 Richesse spécifique

Le peuplement de Culicidés à l'échelle de la région est constitué de dix (10) espèces (**figure 14**). 9 espèces appartenant à la sous famille des *Culicinae* et une seule à la sous famille des *Anophelinae*. D'autre part, nous constatons que le lac Mellah est celui qui présente la plus grande richesse (09) suivi du Tonga et de l'Oubeira où seul 08 espèces ont été capturées.

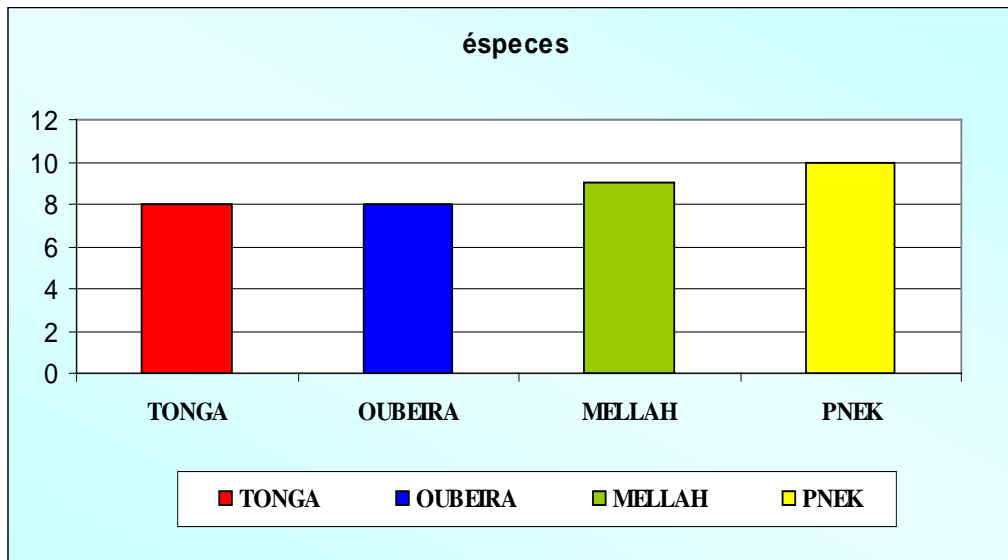


Figure14 : Compositions des espèces de Culicidés de la région d'étude

2.1.2 Abondance

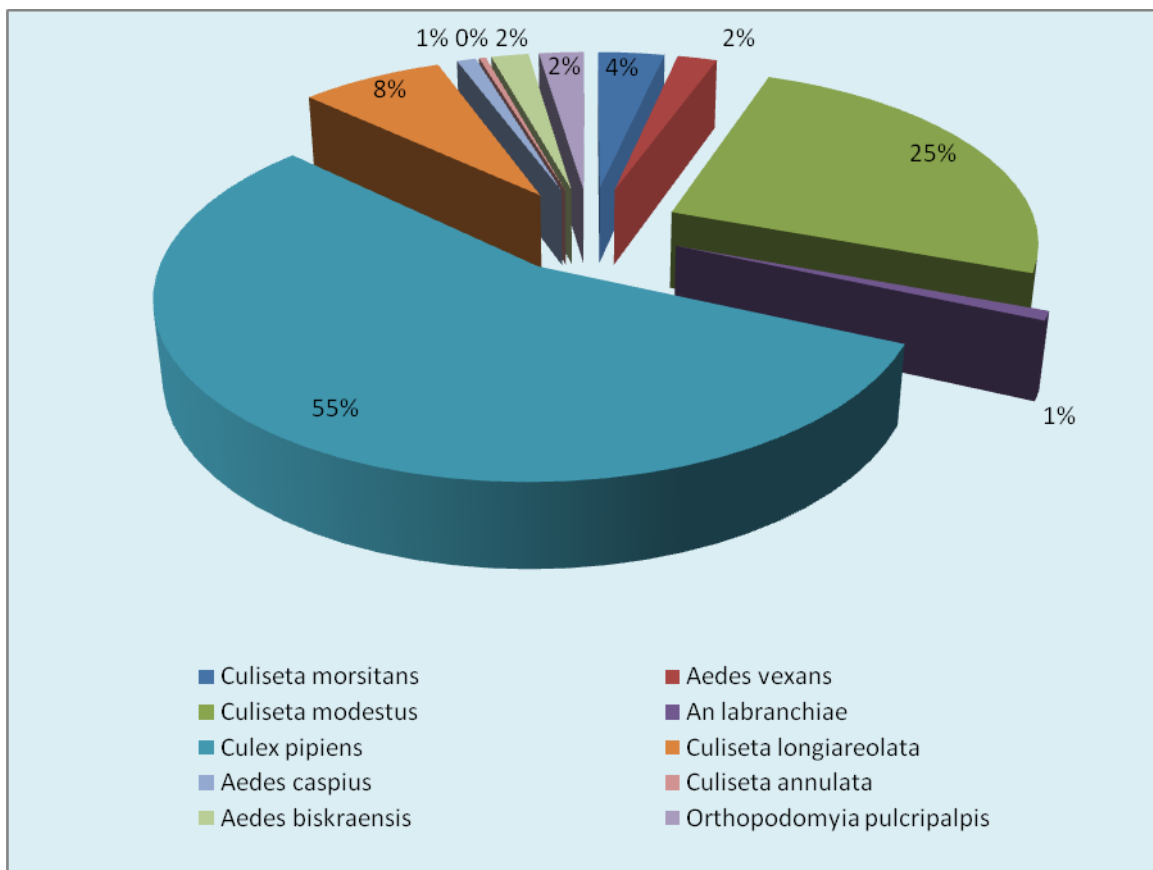


Figure 15 : Compositions spécifiques des espèces de Culicidés de la région d'étude.

D'après la (**figure 15**), nous remarquons que *Culex pipiens* et *Culex modestus* sont les espèces dominantes. En effet, elles représentent 55% et 25% du peuplement.

D'autres espèces sont également bien représentées avec des abondances variant de 144 à 549 individus, il s'agit de ; *Aedes biskraensis*, *Aedes vexans*, *Orthopodomyia pulcripalpis*, *Culiseta morsitans*, *culiseta longiareolata*. Les espèces les moins abondantes sont: *Culiseta annulata*, *An. labranchiae* et *Ae. caspius* (**tableau3**).

Tableau 3 : Composition du peuplement des Culicidés

Sous -Famille	Espèces	Effectifs
<i>Culicinae</i>	<i>Culiseta morsitans</i>	256
	<i>Aedes vexans</i>	153
	<i>Culex modestus</i>	1861
	<i>Orthopodomyia pulcripalpis</i>	174
	<i>Culex pipiens</i>	4087
	<i>Culiseta longiareolata</i>	549
	<i>Ae caspius</i>	74
	<i>Cul.annul</i>	27
	<i>Aedes biskraensis</i>	144
<i>Anophelinae</i>	<i>A labranchiae</i>	63

2.2. A l'échelle du biotope

2.2.1 El Mellah

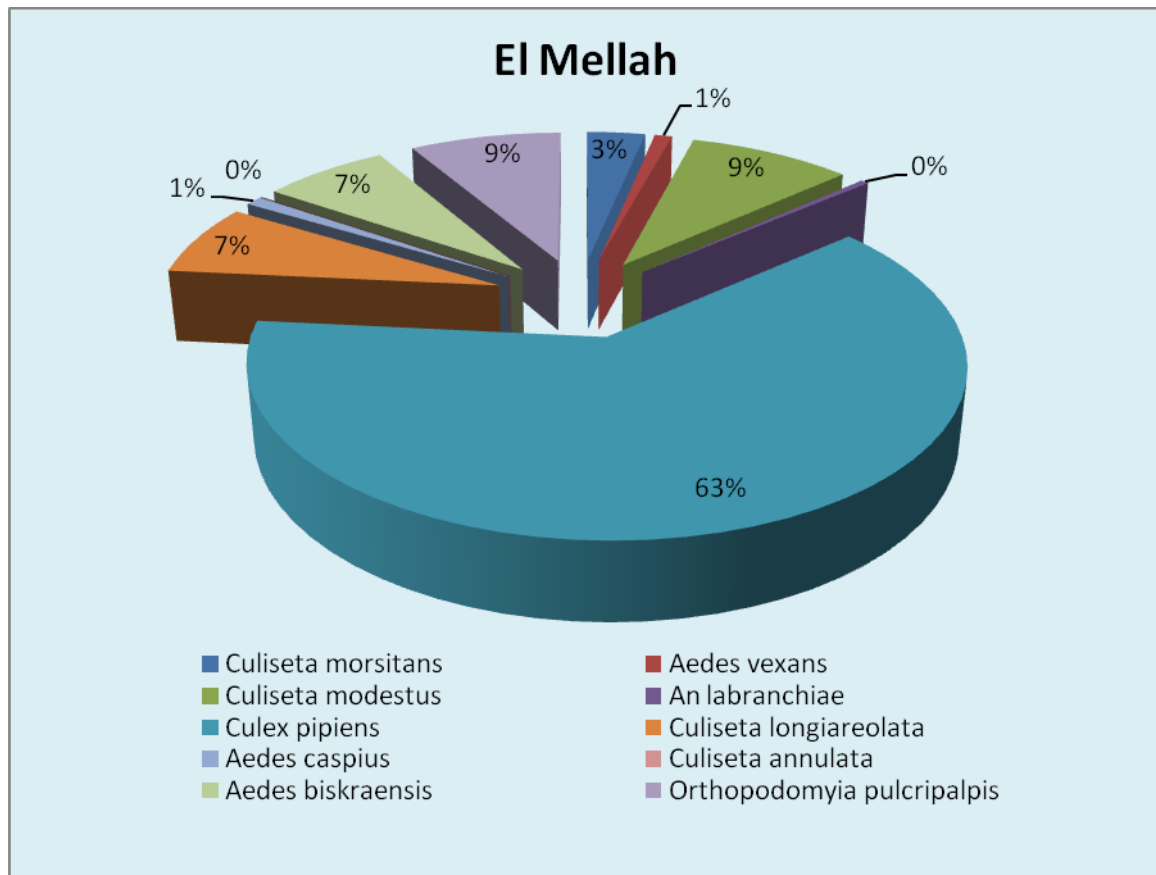


Figure 16: Composition spécifique des différentes espèces de Culicidés

Selon la (**figure 16**), 09 espèces ont pu être identifiées au niveau de ce biotope. L'espèce la plus abondante est représentée de loin par *Culex pipiens* (**63%**) suivi par ordre de préséance par *Culex modestus*, *Aedes biskraensis*, *Orthopodomyia pulcripalpis*, *Culiseta longiareolata*, *Culiseta morsitans*, *Aedes vexans*, *Ae caspius*, *An labranchiae*, *Culiseta .annul*.

Tableau 4 : Paramètres structuraux du peuplement de Culicidés

	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	
Effectifs mensuels	3	49	215	458	711	651	625	134	
S globale	9								
H' globale	1,898								
E globale	0,824								
		Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
Effectifs mensuels		46	58	278	574	604	505	442	78
S globale									
H' globale									
E globale									

L'examen du (**tableau 4**) fait ressortir une richesse totale de 9 espèces. La diversité totale est égale à 1,898. L'équitabilité (0,824) indique un équilibre dans la distribution d'abondance des espèces.

2.2.2 Oubeira

Figure 17 : composition spécifique des différentes espèces de Culicidés

Le peuplement de Culicidés de ce milieu est caractérisé par 8 espèces dont les espèces les plus abondantes sont *Culex pipiens* (52%) et *Culex modestus* (30%). Le reste des espèces sont moins abondantes *Culiseta longiareolata*, *Aedes vexans*, *Culi.morsitans*, *An labranchiae*, *Aedes caspius*, *Culiseta .annulata*.

Tableau 5 : Paramètres structuraux du peuplement de Culicidés

L'examen du (**Tableau 5**), fait ressortir une richesse totale de 8 espèces pour ce type de biotope. La diversité est égale à 1.86. L'équitabilité, présente une valeur de 0,894 indiquant un équilibre dans la distribution d'abondance des espèces.

2.2.3 Tonga

Figure 18 : composition spécifique des différentes espèces de Culicidés

Cet habitat abrite un peuplement composé de 8 espèces, *Culex pipiens* (53%) et *Culiseta modestus* (32%) sont les plus abondants. Le reste des espèces suivi cet ordre de préséance *Culiseta longiareolata*, *Culiseta morsitans*, *Aedes vexans*, *Aedes caspius*, *An labranchiae*, *Cul.annul*.

	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
Effectifs mensuels	19	15	131	458	711	651	625	134
S globale	8							
H'globale	1,709							
E globale	0,822							

Tableau 6 : Paramètres structuraux du peuplement de Culicidés

L'examen du (**tableau 6**) fait ressortir une richesse totale de 8 espèces. La diversité du peuplement est égale à 1.709 et la valeur de l'équitabilité égale à 0,822 indiquant un équilibre dans la distribution des abondances. L'espèce la plus abondante est : *Culex pipiens*, tandis que les espèces les moins abondantes : *Cul.annul*, *An.labranchiae* et *Aedes caspius*.

3. Dynamique des peuplements

3.1 Variations mensuelles des effectifs de Culicidés dans la région d'étude

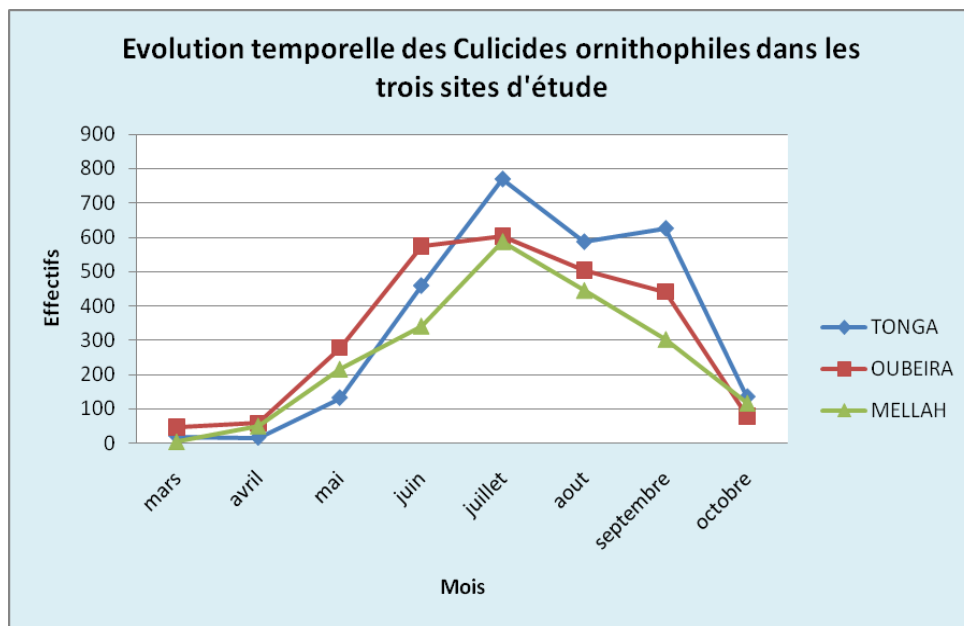


Figure 19: Evolution temporelle des *Culicidae* ornithophiles dans les trois sites d'étude.

Le pic d'abondance est observé au mois de juillet dans le Tonga (769 individus) et El Mellah (588 individus). Par contre Oubeira enregistre la plus grande abondance (604 individus) durant les mois de juin et juillet.

3.2 Variation d'abondance des Culicidés en fonction des sites

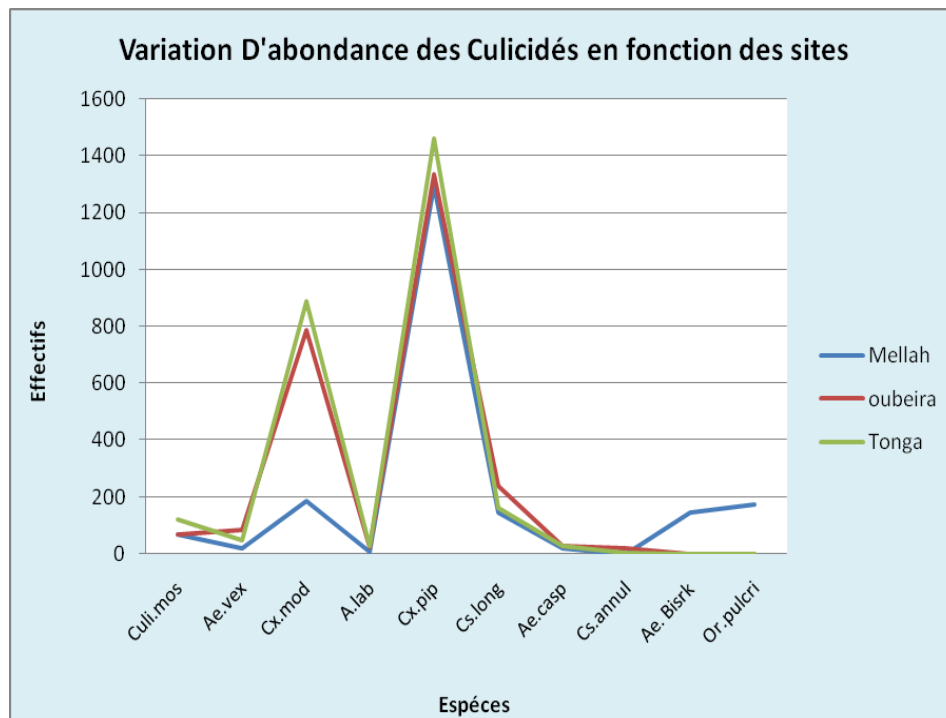


Figure20 : Variation de l'abondance des *Culicidae* ornithophiles en fonction des sites d'étude

Nous remarquons une variation de l'abondance des espèces en fonction des sites. La **figure (20)**, montre que *Culex pipiens* et *Culiseta modestus* sont les plus abondantes et se répartissent sur les 3 sites d'étude où le Lac Tonga enregistre les plus grands valeurs (1460 *Culex pipiens* et 889 *Culiseta modestus*).

Par contre *Orthopodomyia pulcripalpis* (174 ind) et *Aedes biskraensis* (144 ind) ne se retrouvent que dans le site d'El Mellah mais avec un faible effectif.

3.3 Variations temporelles du nombre d'espèces au niveau du Mellah

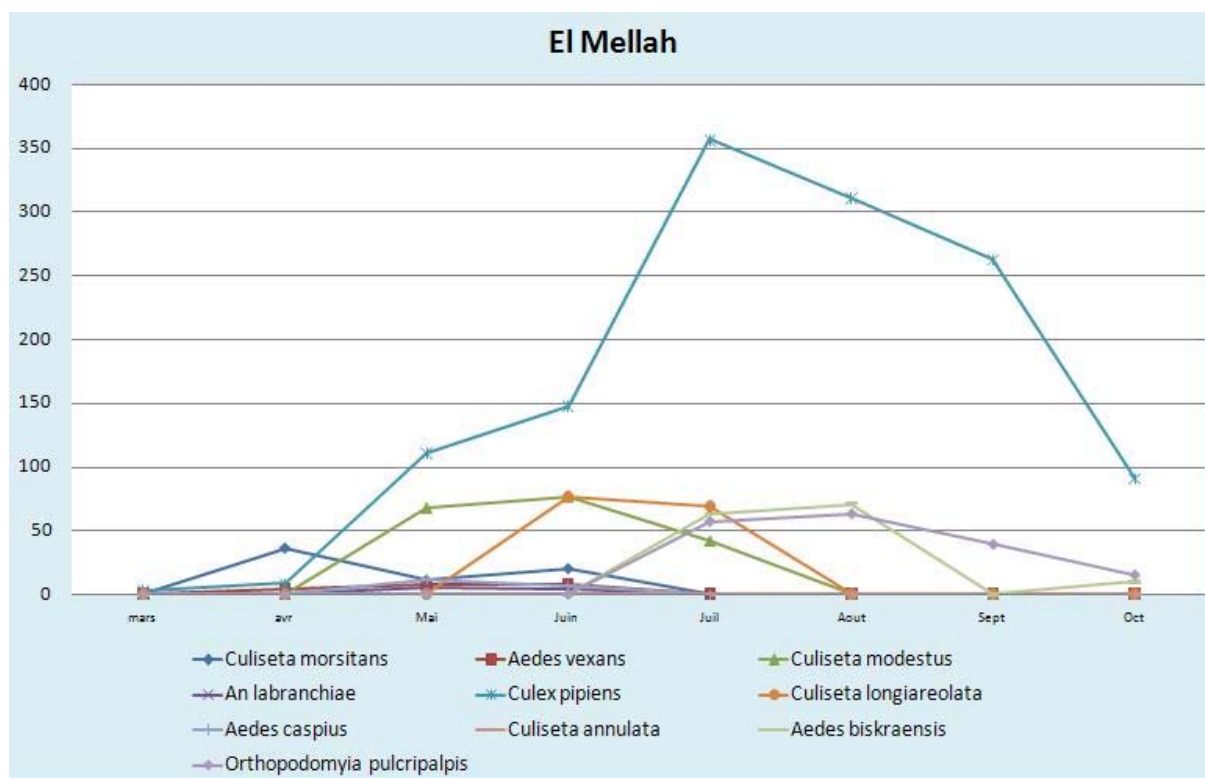


Figure 21 : Variation mensuelle des Culicidés ornithophiles dans EL Mellah

L'évolution mensuelle des effectifs (**figure 21**) montre que la plus faible abondance se situe en début de saison (Mars –Avril). Le début de l'activité des moustiques est observé clairement

à partir du mois de Mai. On a enregistré un pic d'abondance par *Culex pipiens* (357ind) au cours du mois de Juillet, *An. labranchiae* (5ind), *Aedes vexans* (8ind), *Culiseta modestus* (77ind) et *Culiseta longiareolata* (77ind) dans le mois de juin. Par contre *Culiseta morsitans* enregistre la plus grande valeur (36ind) pendant le mois d'Avril. On en plus une absence des *Cul. annul.*

3.4 Variations temporelles du nombre d'espèces au niveau du Tonga

L'analyse des fluctuations mensuelles (**figure 22**), montre que, pour les 08 espèces, la plus faible abondance se situe en début de saison (Mars –Avril). Le début de l'activité des moustiques est observé clairement à partir du mois de Mai. Le pic d'abondance se situe au mois de juillet par les espèces suivantes: *Culex pipiens* (347ind), *Culex modestus* (183ind), *Aedes caspius* (13ind), *Culiseta longiareolata* (60ind), *An. labranchiae* (8ind) *Cs. annul* (6ind). Par contre *Ae. vexans* (17ind), *Cs. Morsitans* (48ind) la plus grande abondance a été enregistrée au cours du mois de Juin.

3.5 Variations temporelles du nombre d'espèces au niveau de l'Oubeira

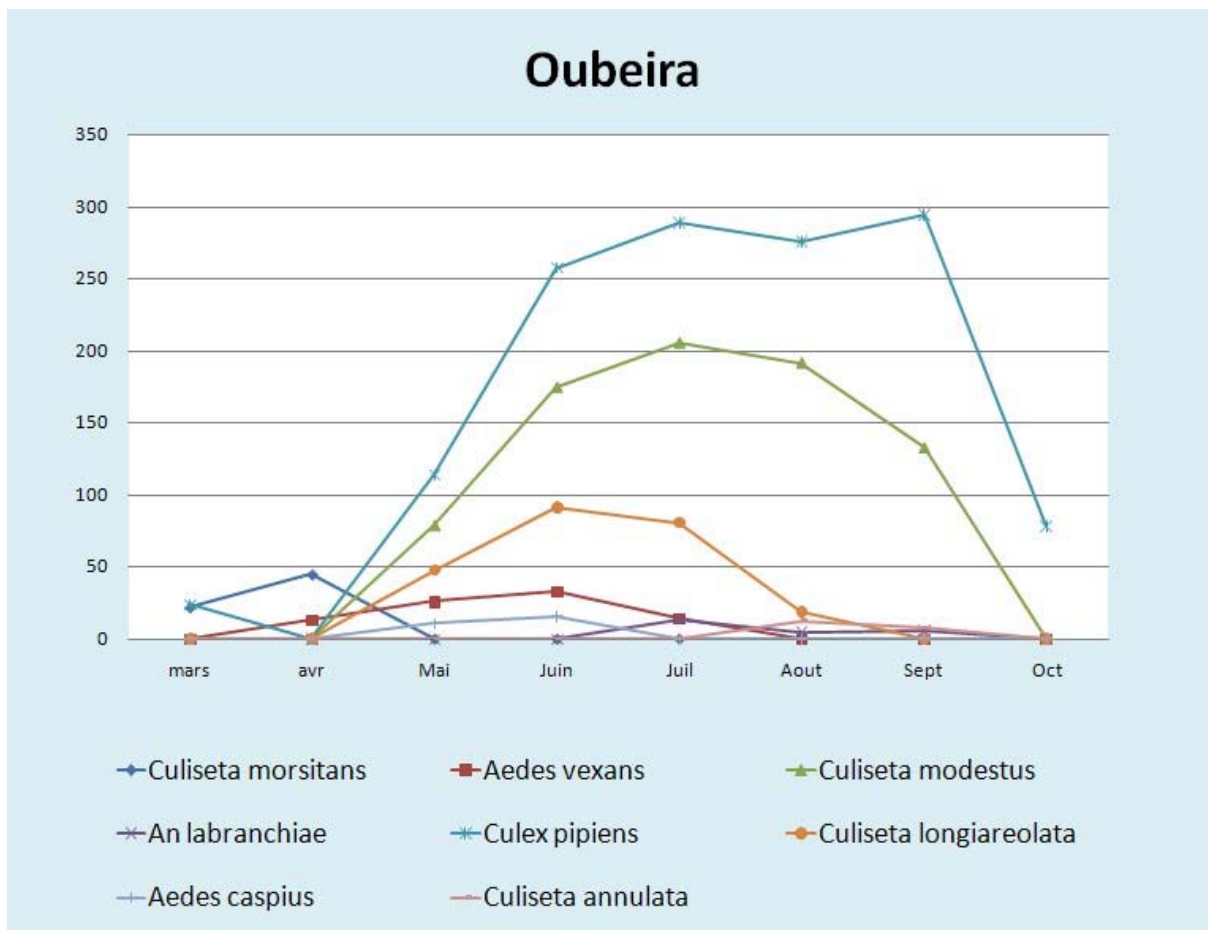


Figure 23 : Variation mensuelle des Culicidés ornithophiles dans l'Oubeira

La (**figure23**) montre que la plus faible abondance se situe en début de saison (Mars –Avril). Le début de l'activité des moustiques est observé clairement à partir du mois de Mai. Le pic d'abondance est observé au cours du mois de juin et Juillet par les espèces suivants: *Culex pipiens* (289ind), *Aedes. vexans* (33ind), *Culex modestus* (175ind), *Culiseta longiareolata* (92ind), *A labranchiae* (14ind), *Aedes caspius* (16ind), *Cul.annul* (8ind). Pour *Culi.mos* la plus grande abondance (45ind) a été enregistré au mois d'Avril suivi par une faible activité qui devient nul ensuite.

4. Impact des facteurs climatiques sur l'activité des moustiques

4.1 Pluviométrie

Après analyse statistique toutes les corrélations étaient négatives mais aucune n'a été significative entre la pluviométrie et l'abondance des Culicidés (toute espèce confondue) au niveau de notre région d'étude.

4.2 Température

Après analyse statistique, nous avons observé des corrélations positives pour toutes les espèces mais seules trois ont été significatives.

Pour *Culex pipiens*, nous remarquons qu'il existe une corrélation significative et positive forte entre la température et l'abondance de cette espèce ($r=0.9368$, $p = 0.001$, $N= 8$, corrélation significatives à $p < 0.05$). Cela nous emmènerait à dire que plus la température est élevée plus on observe un grand effectif de *C.pipiens* (**Figure 24**)

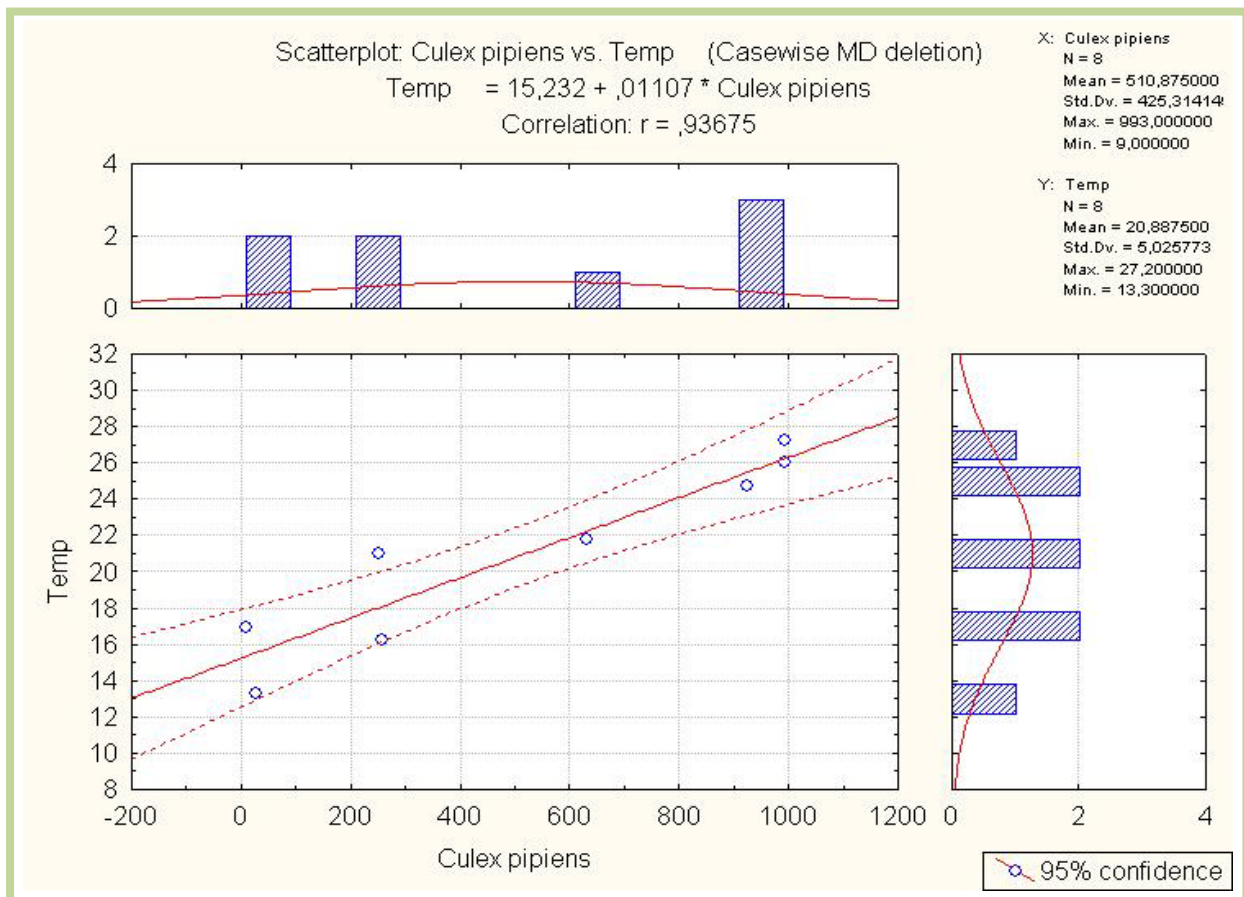


Figure 24 : Variation de l'abondance de *Culex pipiens* en fonction de la température.

Pour *Orthopodomyia pulcripalpis*, nous remarquons qu'il existe une corrélation significative et positive forte entre la température et l'abondance de cette espèce ($r=0.8772$, $p = 0.004$,

N= 8, corrélation significatives à $p < 0.05$). Cela nous emmènerait à dire que plus la température est élevée plus on observe un grand effectif de *Orthopodomyia pulcripalpis*. (Figure 25)

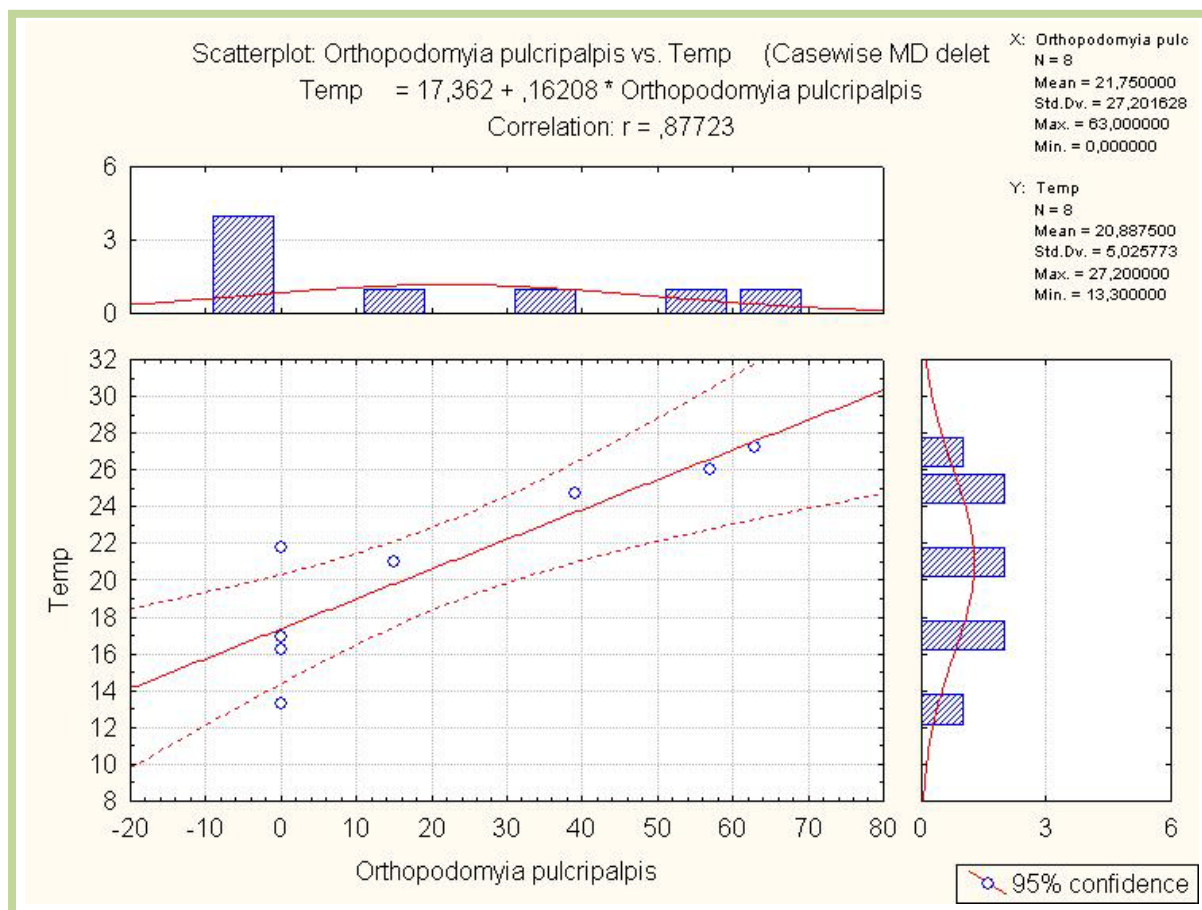


Figure25: Variation de l'abondance d'*Orthopodomyia pulcripalpis* en fonction de la température.

Chez *Aedes biskraensis*, nous remarquons qu'il existe une corrélation significative et positive forte entre la température et l'abondance de cette espèce ($r=0.7186$, $p = 0.045$, $N= 8$ corrélation significatives à $p < 0.05$). Cela nous emmènerait à dire que plus la température est élevée plus on observe un grand effectif de *Aedes biskraensis*.

Chez *Culex modestus*, nous remarquons qu'il existe une corrélation significative et positive forte entre la température et l'abondance de cette espèce ($r=0.8380$, $p = 0.009$, $N= 8$ corrélation significatives à $p < 0.05$). Cela nous emmènerait à dire que plus la température est élevée plus on observe un grand effectif de *Aedes biskraensis*.

DISCUSSION

L'observation de larves de la filaire de Bancroft chez un moustique par Manson permet, pour la première fois en 1877, d'impliquer les insectes dans la transmission des maladies. En un quart de siècle, les grands cycles vectoriels étaient établis, grâce aux travaux de Finlay sur la fièvre jaune en 1881, de Bruce sur la trypanosomose en 1895, de Ross sur le paludisme en 1897, de Bancroft sur la filaire en 1899, de Nicolle sur le typhus en 1909... (Rodhain et Perez 1985). Les maladies vectorielles sont un des problèmes majeurs de santé publique à travers le monde. La maladie la plus répandue et la plus meurtrière est le paludisme, avec un à deux millions de morts par an. Les filarioses lymphatiques touchent 100 millions d'individus (Rodhain 1985). La maladie du sommeil est en recrudescence dans ses foyers africains et la *nagana* (*trypanosomose animale*) est un des principaux freins au développement de l'élevage et de l'agriculture dans les pays subsahariens (de La Rocque et al. 2001). Parmi les arboviroses, c'est la dengue qui est sans conteste la plus répandue, avec une incidence annuelle de 50 à 100 millions de cas, dont des centaines de milliers de cas de dengue hémorragique particulièrement meurtrière (Gubler 2002).

La découverte de l'effet insecticide du DDT2 en 1939 ouvre le champ à de vastes programmes de lutte antivectorielle. Certains de ces programmes ont été couronnés de succès (régression ou disparition du paludisme dans des zones instables en Europe et en Chine), recul de l'onchocercose dans le bassin des anciennes Voltas, recul d'*Aedes aegypti* (Linnaeus) Amérique du Sud). Néanmoins, depuis une vingtaine d'année, on assiste à une dramatique résurgence des maladies vectorielles, avec l'émergence de nouvelles maladies ou la recrudescence et la globalisation de maladies précédemment sous contrôle (Gubler 2002).

La fièvre du Nil occidental ou fièvre West Nile est un exemple d'arbovirose émergente. Cette maladie est endémique et largement distribuée en Afrique subsaharienne (Murgue et al. 2002 ; Zeller et Schuffenecker 2004, Bouguermouh 1984). Bien que son impact en santé humaine n'ait jamais été mesuré en zone subsaharienne, le virus West Nile a longtemps été considéré comme un arbovirus peu pathogène, sans conséquence importante pour la santé publique (Rodhain et Perez 1985). Pourtant, depuis une dizaine d'années, des épidémies de plusieurs dizaines à des centaines de cas ont été reportées dans le bassin méditerranéen (Murgue et al. 2001a ; Dauphin et al. 2004).

Et surtout, suite à son introduction dans le Nouveau Monde, le virus West Nile s'est étendu en quelques années du Canada à l'Argentine (Gancz *et al.* 2004 ; Morales et al. 2006). Dans ce nouvel écosystème, il a trouvé des vecteurs et des hôtes lui permettant d'établir des cycles de transmission

durables. Depuis, il provoque chaque année des milliers de cas, essentiellement aux Etats-Unis (Hayes et al. 2005a). Cette arbovirose fait intervenir pour la réalisation de son cycle **un moustique ornithophile** (d'où l'intérêt de notre étude) **un oiseau** (largement répandu avec abondance et diversité dans notre région), et **l'homme**. (Figure 28).

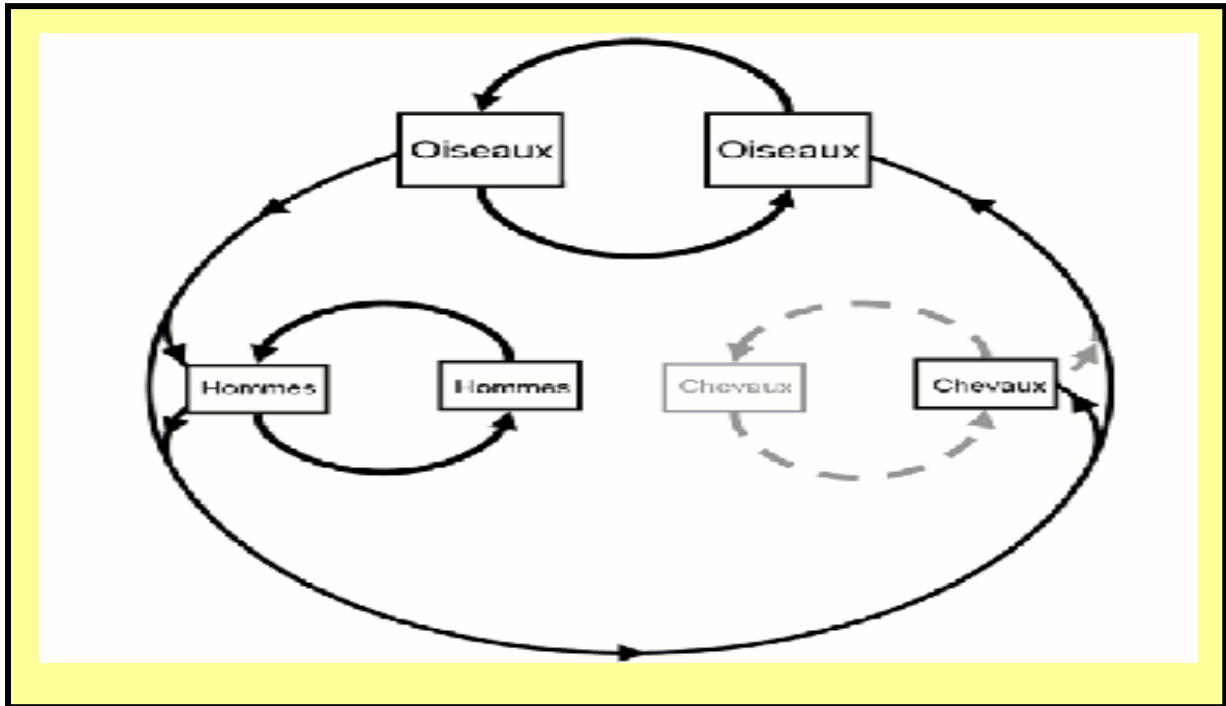


Figure 28 : Schéma des cycles de transmission du virus West Nile d'après Taylor et al. (1956). Les flèches représentent une transmission vectorielle. La partie grisée et en pointillée est considérée comme hypothétique

La région d'étude présente une biodiversité floristique et faunistique très riche et tous les facteurs abiotiques et biotiques sont réunis pour une émergence de cette arbovirose : pullulation des vecteurs (moustiques), importants effectifs d'oiseaux (sites d'hivernage de plusieurs milliers d'espèces) et une population humaine en plein essor. Dans ce contexte, il nous est paru nécessaire dans un premier lieu d'identifier et de caractériser les peuplements de Culicidés présents dans le PNEK pour par la suite évaluer et prédire le risque d'introduction d'une arbovirose dans notre région.

Au terme de notre travail, nous avons pu dénombrer dans la région d'étude Dix (10) espèces de moustiques ornithophiles ; Cx. pipiens , Cx. modestus, culiseta longiaréolata, cs .morsitans, Or.pulcralpis, Ae .vexans , Aedes biskraensis, .An.labranchiae , Aedes caspius .Ae.annulata ,

Orthopodomyia pulcripalpis et Aedes biskraensis (**figure 14**) dont Neuf (09) appartiennent à la sous famille des Culicinae et une seule à celle des Anophelinae (Anopheles labranchiae).

D'autre part, nous avons constaté que le lac Mellah est celui qui présente la plus grande richesse (09) suivi du Tonga et de l'Oubeira où seule 08 espèces ont été capturées. Ce résultat est assez déterminant puisque la richesse spécifique en moustique est 2 fois plus grande que celle identifiée au niveau de la rive nord de la méditerranée (Camargue) (Balenghien *et al.* ; 2006).

Ce peuplement est dominé par 2 espèces importantes ; *Culex pipiens* (55%) et *Culex modestus* (25%) (**figure15**). D'autres espèces sont bien représentées avec des abondances variant de 144 à 549 individus, il s'agit de ; *Culiseta longiareolata*, *Cs. morsitans*, *Or. pulcripalpis*, *Aedes vexans*, *Ae. biskraensis*. Des espèces moins abondantes sont : *An. labranchiae* , *Aedes caspius* ; *Ae. annulata* (**tableau 3**). Nos résultats confortent ceux de Balenghien, (2006) ; *Culex pipiens*, *Culex modestus*, *Aedes vexans*, *Ae. annulata*, *Aedes caspius*.

Ce résultat est assez important puisque les deux espèces de *Culex* ont été impliquées dans la transmission de WNV à travers le monde: *Cx. modestus* en France (Mouchet *et al.* 1970) et *Cx. pipiens* en Israël (Goldblum *et al.* 1954), la Roumanie (Savage *et al.* 1999), et les Etats-Unis (Bernard *et al.* 2001).

Cx. pipiens se déplace peu, mais là encore les données chiffrées manquent. On peut supposer que son déplacement se réalise dans les milieux urbains et dans les mêmes milieux que *Cx. modestus*, c'est-à-dire des milieux avec un fort couvert végétal (Roman *et al.* 1962). C'est la principale espèce ornithophile de Camargue (Rioux 1958 ; Balenghien *et al.* 2006). Cette espèce est présente dans toutes les zones tempérées (Schaffner *et al.* 2001).

Culex modestus est une espèce paléarctique, largement représentée depuis l'Europe jusqu'en Inde (Callot *et Ty* 1942 ; Schaffner *et al.* 2001). Elle est associée aux zones humides, ses larves étant retrouvées dans les roselières et les rizières (Rioux 1958). Elle se disperse peu en terrain découvert, les femelles agressives se concentrent dans les marais à roselière (gîte larvaire) et les zones à fort couvert végétal : roselières et ripisylves (gîte de repos), pouvant sans doute établir des cycles enzootiques très efficaces avec les oiseaux de ces formations végétales (Mouchet *et al.* 1970). C'est l'une des principales espèces ornithophiles de Camargue (Rageau *et Mouchet* 1967 ; Balenghien *et al.* 2006). Elle agresse aussi tout mammifère entrant dans ses gîtes, pouvant ainsi transmettre efficacement le virus West Nile à l'homme et au cheval

(Balenghien Thomas .2006). Elle a été trouvée naturellement infectée par le virus West Nile en France (Hannoun *et al.* 1964b) et en Russie (Fyodorova *et al.* 2006), où elle a été considéré comme le vecteur principal de virus West Nile dans les années 1970 (Mouchet *et al.* 1970 ; Berezin 1971 ; Detinova et Smelova 1973).

Ces deux espèces de *Culex* semblent les principales responsables de la circulation du virus *West Nile* dans les populations d'oiseaux et de sa transmission à l'homme et au cheval. En effet, ces espèces sont présentes dans les zones de circulation, elles sont compétentes pour le virus West Nile et elles entretiennent des contacts écologiques importants avec les oiseaux. De plus, ce sont toujours des espèces de *Culex* qui ont été impliquées dans la transmission du virus West Nile de par le monde (Taylor *et al.* 1956 ; McIntosh *et al.* 1967 ; Mouchet *et al.* 1970 ; Detinova et Smelova 1973 ; Hayes *et al.* 2005a).

Néanmoins, il est important de ne pas négliger le rôle secondaire dans la transmission du virus aux mammifères que peuvent jouer des espèces mammophiles telle que *Ae caspius* qui a une grande capacité de dispersion (Rioux et Arnold (1955) ainsi que Rageau et Mouchet (1967) l'ont décrite comme un bon voilier, et serait capable de parcourir 6 à 7 kilomètres en Angleterre ou en Sibérie (Proskuriakova et Markovich 1984a, 1984b). Dans le bassin méditerranéen, le rayon de vol d'*Ae.caspius* serait plutôt de 20 kilomètres (Juminer *et al.* 1964). Et c'est bien pour cela que cette espèces malgré sa faible prévalence, doit être prise en considération dans l'évaluation du risque.

Becker *et al.* ;(2003) stipule qu'autour des gîtes larvaires, les adultes femelles se dispersent essentiellement pour rechercher des hôtes. Trois phases sont considérées dans ce comportement : 1) une dispersion non orientée augmentant la probabilité des femelles à entrer en contact avec un hôte, 2) un déplacement orienté pour se diriger vers l'hôte dont les stimuli ont été détectés (odeurs, gradient de CO₂), et 3) une approche finale essentiellement guidée par des stimuli visuels. Les espèces de moustiques ont des spécificités d'hôtes plus ou moins strictes. On peut distinguer les espèces qui piquent préférentiellement une classe de vertébrés (oiseaux, mammifères ou batraciens/reptiles), de celles qui sont opportunistes (Clements 1999). Néanmoins, si on connaît la spécificité d'hôtes des moustiques, la question de savoir comment ils sélectionnent leur hôte reste entière (Scott et Edman 1991). Le choix de l'hôte est important pour la transmission vectorielle. En effet, cette dernière nécessite qu'un vecteur s'infecte sur un vertébré en phase de virémie (ou de parasitémie) et repique dans un repas ultérieur un vertébré naïf. Par définition, un vecteur doit donc montrer un comportement trophique lui permettant de

piquer successivement ces deux hôtes. Dans le cas de maladies comme la fièvre West Nile, les hôtes peuvent appartenir à des classes de vertébrés différentes (oiseaux et mammifères). Le virus West Nile est un virus dont les hôtes naturels sont les oiseaux (Taylor *et al.* 1956). Le caractère ornithophile des moustiques transmettant le virus dans les populations d'oiseaux est communément admis. De plus, le virus West Nile est transmis à l'homme ou au cheval par des moustiques piquant à la fois les oiseaux et les mammifères. Pour certains auteurs, ce rôle revient à des espèces opportunistes ou mammophiles qui jouent le rôle de vecteur « pont » (Turell *et al.* 2005). Pour d'autres, la relative non-spécificité des espèces ornithophiles et leur forte compétence vectorielle leur permettent de jouer ce rôle (Kilpatrick 2005).

Parmi les espèces identifiées dans la région, Huit (08) sont considérées comme étant opportunistes et piqueraient à la fois les oiseaux, les mammifères et même l'homme. Ce sont ; *Cx. pipiens*, *Cx. modestus*, *Ae. vexans*, *Cs. annulata*, *Ae. caspius*, *Ae. biskraensis* Or. *pulcriplapis*, *An. labranchiae* (Bruhnes *et al.*, 2001). Parallèlement, Deux (02) seulement seraient ornithophiles et donc spécialistes; *Cs. longiareolata*, *Cs. morsitans*. De par ces chiffres et surtout par la présence de 8 espèces généraliste, après introduction dans la région de WNV, le risque de transmission et d'épizootie serait important.

Les écologues se sont intéressés aux fonctions des espèces dans les écosystèmes en cherchant notamment à identifier celles qui jouent un rôle dominant dans un peuplement donné. En réalité les espèces les plus abondantes en termes de biomasse sont presque toujours celles qui assurent la plus forte productivité et le recyclage des nutriments. On peut donc s'attendre à ce que leur suppression dans la communauté ait un impact plus grand sur certains processus fonctionnels de l'écosystème que la disparition d'autres espèces.

Pour évaluer la biodiversité spécifique dans un écosystème donné, plusieurs paramètres pourraient être mesurés : On aura évoqué des paramètres comme le Nombre d'espèce leur abondance absolue ou relative. A cela, s'ajoutent des variables beaucoup plus difficiles à décrire, telle que la distribution spatiale et les fluctuations au cours du temps des populations en question.

Dans notre travail, une première approche des mesures de la biodiversité des Culicidés ornithophiles a consisté à mesurer la richesse spécifique (discutée précédemment), et une seconde a été d'évaluer l'abondance. Ce dernier paramètre est une autre composante importante de la diversité qui doit être mise en perspective avec la notion d'équitabilité. Un

grand nombre d'espèces fait augmenter la diversité spécifique, et une distribution égale ou équitable parmi les espèces représente aussi une plus grande diversité. Par contre si la majorité des individus prélevés appartiennent à la même espèce, on aura une faible diversité.

L'examen du (**tableau 4**) nous permet de faire ressortir la présence totale de 9 espèces, une diversité totale égale à (1,898) et une équitabilité de 0,824 au niveau du Mellah et on peut dire également que c'est le site le plus diversifié par rapport au deux autres avec la présence de deux (2) espèces à faible densité ; *Orthopodomyia pulcripalpis* (8%) et *Aedes biskraensis* (7%). D'après, la (**figure 16**) les espèces les plus abondantes sont ; *Cx. pipiens* est de (63%) et de (9%) *Cx. modestus*.

Quant aux sites Oubeira et Tonga (**figure 14**) on a une richesse spécifique égale à 8 avec un équilibre d'abondance des espèces. Et une diversité est égale à (1.86) à l'Oubeira et à (1.709) au Tonga .Et une valeur d'équitabilité égale à (0,894) dans l'Oubeira (**tableau 5**) et à (0,822) au Tonga indiquant un équilibre dans la distribution d'abondance des espèces (**tableau 6**).

D'après les **figures (17et 18)**, *Culex pipiens* (52% à l'Oubeira et 53% au Tonga) et *Cx.modestus* (30% à l'Oubeira et 32% au Tonga) sont les espèces les plus importantes. Et les moins abondantes seraient; *Culiseta longiareolata*, *Cs. Morsitans*, *Ae. vexans*, *Ae. caspius*, *An. labranchiae*, *Ae. annulata*.

Tous ces résultats plaident en faveur d'une grande diversité de moustiques dans la région d'El Kala mais pas obligatoirement en celui d'un grand risque d'émergence d'une arbovirose car il faudrait que les vecteurs soient compétents pour la transmission du ou des virus. C'est ainsi que Bernard *et al.* (2001) ont trouvés une séropositivité au WNV chez *Aedes vexans* aux Etats-unis. La compétence de ce vecteur a également été prouvé expérimentalement par (Turell *et al.*(2000).D'autre part *Cs. longiareolata* a été positive en Egypte (Hurlbut,1956).

L'analyse de la variation mensuelle d'abondance de culicidés dans les 3 sites montre une variation remarquable .En effet, c'est au mois de Juillet qu'on a enregistré le plus grand effectif de moustiques ornithophiles au niveau du Tonga (769ind) et (588ind) au Mellah car il offre une végétation abondante mais surtout des températures clémentes permettant l'épanouissement de multitudes d'espèces .Par contre Oubeira enregistre la plus grande abondance (604ind) durant les mois de Juin et Juillet (**Figure 19**). Le Tonga pourrait être considéré comme le site où abondent les moustiques suivi de l'Oubeira et El Mellah (**figure 20**).

La **figure (20)** montre que *Culex pipiens* et *Culiseta modestus* sont les plus abondantes et se répartissent sur les 3 sites d'étude où le Lac Tonga enregistre les plus grandes valeurs (1460 *Culex pipiens* et 889 *Culiseta modestus*). Par contre *Orthopodomyia pulcripalpis* (174 ind) et *Aedes biskraensis* (144 ind) ne se retrouvent que dans le site d'El Mellah mais avec un faible effectif. Par contre au niveau du lac El mellah on remarque l'apparition de 2 autres espèces qui sont ; *Or. pulcripalpis* (174individus), *Ae. Biskraenis* (144ind) et l'absence de l'espèce *Cs .annulata* dans ce site.

A El Mellah, (**figure 21**) l'évolution mensuelle des effectifs montre un pic d'abondance de *Cx. pipiens* (357 individus) au cours du mois de Juillet, alors que pour *An.labranchiae* (5ind) , *Ae. vexans* (8ind), *Cx. modestus* (77ind) , *Cs. Longiareoloata* (77ind) dans le mois de Juin .Par contre que *Cs. morsitans* enregistre la plus grande valeur (36ind) pendant le mois d'Avril ,en plus on a une absence des *Cs. annulata* .

D'autre part, nous avons observé au Tonga d'après la **figure (22)** un pic d'abondance en Juillet pour les espèces : *Cx. pipeins*, *Cx. modestus*, *Ae. vexans*, *Cs. longiareoloata*, *An. labranchiae*, *Cs. annulata*, pendant la saison de capture était en mois de juillet .et ces résultats concordent avec les résultats trouvés en Camargue (in Balenghien *et al.* 2006).Par contre, *Ae. vexans* et *Cs. morsitans* montrent une plus grande abondance au cours du mois de juin.

Au niveau de l'oubeira, (**figure 23**) le pic d'abondance est observé au cours des mois de Juin et Juillet pour les espèces suivantes ; *Cx. pipens* (289ind), *Cx. modestus* (175ind), *Ae. vexans* (33ind), *Cs. longiareolata* (92ind), *An. labranchiae* (14ind), *Ae. caspius* (16ind), *Cs. annulata* (8ind). *Cs. morsitans* est plus abondante au mois d'avril suivi par une faible activité qui devient nul ensuite.

Tous ces résultats concernant la dynamique des populations de Moustiques ornithophiles dans la zone humide étudiée sont en accord avec ceux observés en Camargue et notamment pour les espèces dominantes (Balenghien *et al.* 2006).

Les fluctuations climatiques engendrent des effets bénéfiques ou néfastes sur les populations puisqu'elles causeraient soit une diminution soit une augmentation des effectifs. Parmi les facteurs physiques qui auraient un impact sur le développement, le cycle et l'activité des moustiques, la température, l'humidité et la photopériode seraient les plus importants. C'est ainsi que dans notre recherche, nous avons remarqué que plus on avance dans la saison, plus on

observe une plus grande abondance et activité accrue des moustiques. En début de saison au mois de Mars (où les températures sont basses), nous avons enregistré le plus faible effectif dans la région en général et les sites en particulier, il est Donc important de préciser que la température est sans aucun doute un facteur limitant pour l'abondance des *Cilicidae*. Ceci suggère une synchronisation entre l'activité des imagos et les températures

Après analyses statistiques entre les effectifs et la température, nous avons observé des corrélations positives pour toutes les espèces mais seules trois ont été significatives. Ces résultats vont en accord avec ceux de (Balenghien .2003 et 2006).

Parallèlement aucune corrélation significative n'a été observée pour la pluviométrie.

Toutefois, d'autres facteurs pourrait entrer en jeu dans la pullulation des moustiques ; En effet, les changements démographiques et sociaux actuels pourraient être les principaux responsables de la résurgence des maladies infectieuses en général et vectorielles en particulier (Gubler 2002 ; Rodhain 2003). Parmi ces changements, on peut citer l'urbanisation rapide et anarchique des pays en voie de développement (concentration de personnes et insalubrité), les déplacements de populations liés aux conflits (personnes non immunes et affaiblies en zone d'endémie), la déforestation (entrée des hommes dans les foyers sylvatiques de zoonoses), la généralisation des échanges (déplacements rapides d'hôtes et de vecteurs) (Rodhain 2003). De plus, la dégradation ou la disparition des structures de recherche ou de lutte dans le domaine des maladies vectorielles rend difficile la réaction à ces nouveaux défis (Hubalek 2000 ; Glaser 2001 ; Cuisance et Rioux 2004).

D'après tous les résultats obtenus, notre région pourrait être donc propice à l'introduction, la transmission et donc à la circulation du virus West Nile. En effet le regroupement de forte densité d'oiseaux (Benyacoub *et al*, 1993).Et de Culicidés (vecteur) dans le PNEK permettrait l'émergence d'épizootie importante de cette arbovirose.

L'ensemble du littoral méditerranéen (Nord-Sud) pourrait être un complexe à risque de la circulation du VWN. La région d'el Kala pourrait permettre l'émergence d'épizooties importantes, à cause du regroupement de fortes densités d'oiseaux et de vecteurs. De nombreux axes de recherche restent à développer pour mieux comprendre les interactions entre oiseaux et vecteurs, mieux définir la compétence des vecteurs, mieux comprendre les conditions d'apparition d'épizooties et les conditions de maintien du virus.

CONCLUSION

Le monde présent court un risque, vu les modifications climatiques globales et plus particulièrement le réchauffement climatique, qui ont fréquemment été invoquées pour expliquer l'évolution récente d'arbovirose impliquant un arthropode vecteur dans la transmission. On n'est donc pas à l'abri d'une émergence des vecteurs arthropodes tels que les moustiques qui occupent une place importante dans la faune terrestre et aquatique (Himmi *et al.* (90)).

Le PNEK se caractérise par une très grande biodiversité faunistique et floristique c'est bien pour cela des milliers d'espèces d'oiseaux fréquentent régulièrement le milieu diversifié du territoire du PNEK (des oiseaux migrateurs -résident) et que nous nous sommes intéressés dans notre recherche à la caractérisation des peuplements de Culicidae Ornithophiles dans cette région pour mieux caractériser les espèces de moustiques. D'après notre étude le parc est très riche de peuplements de moustiques on a aboutit à identifié 10 espèces de moustiques ornithophiles et 5 espèces dans la région camarguaise. (Belenghien.2006). Parmi ces espèces de moustiques on a trouvées 8 espèces opportunistes ; Cx. pipiens, Cx. modestus. Ae.vexans, Cs. annulata, Ae. caspius, Ae. biskraensis, Or. pulcriplapis, An. labranchiae. (le logiciel de Bruhnes *et al.*, 2001) qui s'attaquent à l'Homme, aux mammifères, et à certains oiseaux migrateurs et 2 espèces spécialistes ornithophiles ; Cs. longiareolata, Cs. morsitans qui piquent préférentiellement les oiseaux.

Culex pipiens et *Culex modestus* sont les espèces les plus abondantes dans notre site d'étude, d'après (Balenghien *et al.*2006) ces deux principales espèces ornithophiles sont impliquées dans la transmission d'une arbovirose « West Niles » (Callot et Ty 1942 ; Schaffner et al. 2001).

La présence d'une grande biodiversité de moustique implique le risque d'introduction de nombreuses maladies et de virus dans le PNEK. Pour cela il serait intéressant de procéder à

des expérimentations pour mieux comprendre les interactions entre oiseaux et vecteurs, mieux définir la compétence des vecteurs, mieux comprendre les conditions d'apparition d'épizootie et les conditions de maintien des virus ces dernières années.

A court terme, il semble évident qu'il faudra vivre avec les arboviroses tout en essayant de réduire leurs conséquences néfastes sur la santé humaine et animale ainsi que sur l'économie. La mise en place de réseaux de surveillance est une étape indispensable pour permettre un suivi de la progression des arboviroses et de leur vecteur. De tels réseaux permettent aussi une réaction rapide en cas de progression inhabituelle des populations de vecteurs.

RESUME

Notre étude a été réalisée (2007-2008) et a porté sur la caractérisation des peuplements de Culicidés ornithophiles dans la région d'El Kala.

Notre région d'étude présente une bonne biodiversité puisqu'elle est composée de 10 espèces de moustiques.

Le lac mellah est celui qui présente un plus grand nombre d'espèces alors que nous n'avons pu identifier que dans l'Oubeira et le Tonga.

D'autre part en étudiant la dynamique des espèces trouvées, nous avons remarqué

- 1- la période mai- septembre et celle qui correspond à l'activité des moustiques ont le maximum et observé au mois de juillet.
- 2- Les espèces les plus abondantes dans la région sont ; *Cx. pipiens* (55%) et (25%) de *Cx.* Les autres espèces sont également bien représentées avec des *pulcripalpis*, *Ae .vexans*, *Ae. biskraensis*. Les espèces les moins abondantes sont ; *An.labranchiae*, *Aedes caspius*, *Ae.annulata* (**tableau 3**).

D'autre part, les espèces ; *pulcripalpis* (18%) et *Aedes* (7%). n'ont été observées qu'au niveau du Mellah et présentent donc une spécificité au niveau du biotope.

- 3- Les facteurs météorologiques influenceraient les variations des abondances des espèces.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

- Alairie, Y ;(1998)** :Taxonomie assisté par ordinateur .annale .Université de Laurentienne.
- Akhter R., Hayes C.G., Baqar S. et Reisen W.K. (1982) West Nile virus in Pakistan. III. Comparative vector** capability of *Culex tritaeniorhynchus* and eight other species of mosquitoes. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 76 (4) : 449-53.

B

- Balenghien T. (2003) Effet du confiage dans la propagation d'une maladie contagieuse au sein d'un réseau** structuré de troupeaux. Mémoire de DEA, Grenoble, Université J. Fourier : 60 p.
- Balenghien T., Fouque F., Sabatier P. et Bicout D.J. (2006) Horse, bird and human-seeking behavior and** seasonal abundance of mosquitoes in a West Nile virus focus of southern France. *J Med Entomol* 43 (5) : 936-46.
- Becker N., Petric D., Zgomba M., Boasse C., Dahl C., Lane J. et Kaiser A. (2003) Mosquitoes and their** control. New York, Kluwer Academic / Plenum Publishers : 498 p.
- Bendali. F., 2006** : Etude bioécologique systématique et biochimique des Culicidae (Diptera-Nématocera) de la Région d'Annaba .lutte biologique anticulicidienne.
- Benyacoub. S (1993)** : Ecologie de l'Avifaune forestière nicheuse de la région d'El-Kala (Nord-est algérien) Thèse doctorat. Univ. Bourgogne. 271p
- Benyacoub.S, Louanchi M. Baba Ahmed R., Benhouhou S., Boulahbel R., Chalabi B., Haou F., Rouag R. & Ziane N. (1998)** : Plan directeur de gestion du Parc National d'El-Kala et du complexe de zone humides. Projet J.E.F- Banque mondiale.
- Boubidi Saïd Chawki ;(2008).** *Entomologie du Paludisme Sidi Fredj à l'I.P.A.*
- Bouguermouh ; (1984).** *Journal de l'institut pasteur Alger.*

Bourassa, Jean-Pierre 2000. Le Moustique : par solidarité écologique. Les Éditions du Boréal. Montréal, 237 p.

Bousslama, Z ;(2003) : Bioécologie d'une population de Mésange bleue, *Parus caeruleus ultramarinus* (L 1758) dans les subéraies de plaine du Nordalgérien : Etude du régime alimentaire et de l'impact du parasitisme .Thèse de Doctorat .Univ de Annaba .

Brunhes J., Rahim A., Geoffroy B., Angel G .et Hervy J.P ;, Les Culicidés d'Afrique méditerranéenne . Logiciel de l'institut de recherche et de développement de Montpellier (France).

Brunhes J., Hassaine K., Rahim A . et Hervey J .P., Les Culicidae méditerranéenne .Liste et répartition des espèces .Bulletin de la société Entomologique de France 8(2) : 91-100.

C

Callot J. et Ty D.V. (1942) Localités françaises nouvelles pour *Culex (Culex) theileri*, *Culex (Barraudius) modestus* et *Culex (Neoculex) impudicus*. *Ann Parasitol Hum Comp* 19 : 142-50.

Callot J. et Ty D.V. (1944-1945) Contribution à l'étude des moustiques français culicides de Richelieu (Indre-et-Loire). *Ann Parasitol Hum Comp* 20 : 43-66.

Clements A.N. (1992) The biology of mosquitoes. Volume 1. Development, nutrition and reproduction. London, Chapman & Hall. 509 p.

Clements A.N. (1999) The biology of mosquitoes. Volume 2. Sensory reception and behaviour. London, Chapman & Hall. 740 p.

Coldrey, J. ET G. Bernard. 1990. Le moustique. Les Éditions École Active. Montréal, 25 p.

Cuisance D. et Rioux J.A. (2004) Current status of medical and veterinary entomology in France: endangered discipline or promising science. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis* 27 : 377-92.

E

Edman J.D. et Taylor D.J. (1968) Culex nigripalpus: seasonal shift in the bird-mammal feeding ratio in a mosquito vector of human encephalitis. Science 161 (836) : 67-8.

Edman J.D. et Kale II H.W. (1971) Host Behavior: Its influence on the Feeding Success of Mosquitoes. Ann Entomol Soc Am 64 (2) : 513-6.

Edman J.D., Webber L.A. et Kale II H.W. (1972) Effect of mosquito density on the interrelationship of host behavior and mosquito feeding success. Am J Trop Med Hyg 21 (4) : 487-91.

Edman J.D., Webber L.A. et Schmid A.A. (1974) Effect of host defenses on the feeding pattern of Culex nigripalpus when offered a choice of blood sources. J Parasitol 60 (5) : 874-83.

G

Gancz A.Y., Barker I.K., Lindsay R., Dibernardo A., McKeever K. et Hunter B. (2004) West Nile virus outbreak in North American owls, Ontario, 2002. Emerg Infect Dis 10 (12) : 2135-42. Res 33 (4) : 330-42.

Glaser V. (2001) Dengue and West Nile Virus - An Interview with Duane Gubler. Vector Borne Zoonotic Dis 1 (1) : 81-8.

Gubler D.J. et Rosen L. (1976) A simple technique for demonstrating transmission of dengue virus by mosquitoes without the use of vertebrate hosts. Am J Trop Med Hyg 25 (1) : 146-50.

Gubler D.J. (2002) The global emergence/resurgence of arboviral diseases as public health problems. Arch Med

H

Hayes C.G., Basit A., Bagar S. et Akhter R. (1980) Vector competence of Culex tritaeniorhynchus (Diptera: Culicidae) for West Nile virus. J Med Entomol 17 (2) : 172-7. Hayes E.B., Komar N., Nasci R.S., Montgomery S.P., O'Leary D.R. et Campbell G.L. (2005a) Epidemiology and Transmission Dynamics of West Nile Virus Disease. Emerg Infect Dis 11 (8) : 1167-73.

- Hayes E.B., Sejvar J.J., Zaki S.R., Lanciotti R.S., Bode A.V. et Campbell G.L. (2005b)**
Virology, Pathology, and Clinical Manifestations of West Nile Virus Disease. Emerg Infect Dis 11 (8) : 1174-9.
- Hebert,C ; (1995) :** Les insectes :les grands oubliés du discours sur la biodiversité – le naturaliste canadien-119 : 38-40.
- Hemmeguy, L.F ;(1904) :** Les insectes:Morphologie reproduction embryologie. Ed. Masson .804.
- Higgs S., Schneider B.S., Vanlandingham D.L., Kingler K.A. et Gould E.A. (2005)**
Nonviremic transmission of West Nile virus. Proc Natl Acad Sci U S A 102 (25) : 8871-4.
- Himmi,O ;(1991) :** Culicidae du Maroc :clé de détermination actualisées et étude de la dynamique et des cycles biologiques de quelques population de la région de Rabat-Kénitra.Thèse 3^{ème} cycle.Université .Med .V.Rabat.185 p.
- Himmi,O ;DAKK,M ; TRABI,B ; ELAGBANI,M ;E ; (1995) :**Les Culicidae du Maroc :Clés d'identification ave données biologique et écologiques.Travaux de l'institut Scientifique (N44).Rabat (Maroc).
- Houhamdi ,M ;(1998) :** Ecologie du lac des oiseaux : cartographie, palymothèque et utilisation de l'espèce par l'avifaune.Diplôme deMagistère biologie végétale .
- Hubalek Z. (2000) European experience with the West Nile virus ecology and epidemiology: could it be relevant for the New World.** Viral Immunol 13 (4) : 415-26.
- Hurlbut H.S. (1956) West Nile virus infection in arthropods. Am J Trop Med Hyg 5 (1) : 76-85.**
- Hurlbut H.S. (1966) Mosquito salivation and virus transmission. Am J Trop Med Hyg 15 (6) : 989-93.**

J

- Juminer B., Kchouk M., Rioux J.A. et Ben Osman F. (1964) A propos des Culicides vulnérants de la banlieu littorale de Tunis.** Arch Inst Pasteur Tunis 41 : 23-32.

- Jupp P.G. et McIntosh B.M. (1970a) Quantitative experiments on the vector capability of *Culex (Culex) pipiens fatigans* Wiedemann with West Nile and Sindbis viruses. *J Med Entomol* 7 (3) : 353-6.**
- Jupp P.G. et McIntosh B.M. (1970b) Quantitative experiments on the vector capability of *Culex (Culex) univittatus* Theobald with West Nile and Sindbis viruses. *J Med Entomol* 7 (3) : 371-3.**
- Jupp P.G., McIntosh B.M. et Dickinson D.B. (1972) Quantitative experiments on the vector capability of *Culex (Culex) theileri* Theobald with West Nile and Sindbis viruses. *J Med Entomol* 9 (5) : 393-5.**
- Jupp P.G. (1974) Laboratory studies on the transmission of West Nile virus by *Culex (Culex) univittatus* Theobald; factors influencing the transmission rate. *J Med Entomol* 11 (4) : 455-8.**
- Jupp P.G. (1976) The susceptibility of four South African species of *Culex* to West Nile and Sindbis viruses by two different infecting methods. *Mosq News* 36 (2) : 166-73.**
- Jupp P.G., McIntosh B.M. et Blackburn N.K. (1986) Experimental assessment of the vector competence of *Culex (Culex) neavei* Theobald with West Nile and Sindbis viruses in South Africa. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 80 (2) : 226-30.**
- Jupp P.G., Brown R.G. et McIntosh B.M. (1966a) An assessment of two methods for artificially infecting mosquitoes with arboviruses. *Afr J Med Sci* 31 : 51-3.**
- Jupp P.G., McIntosh B.M. et Brown R.G. (1966b) Laboratory transmission experiments with West Nile and sindbis viruses and *Culex (Culex) theileri* Theobald. *Afr J Med Sci* 31 (3) : 95-7.**

L

Lang .D.W.1920.A handbook of British mosquitoes .Brit.Nat.His .,125p

K

- Kodirov A. et Khodjaev S. (2006) Laboratory Transmission of Japanese Encephalitis and West Nile Viruses by Molestus Form of *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) Collected in Uzbekistan in 2004. *J Med Entomol* 43 (2) :**

M

- Mauris,H .et Haffner,P ; (1994)** :Etude sur la connaissance , la conservation et la gestion des Arthropodes en France .In : Jiménez –Peydro R& Maroc
- McIntosh B.M., Jupp P.G., Dickinson D.B., McGillivray G.M. et Sweetnam J. (1967)**
Ecological studies on Sindbis and West Nile viruses in South Africa. I. Viral activity as revealed by infection of mosquitoes and sentinel fowls. Afr J Med Sci 32 (1) : 1-14.
- Mouchet J., Rageau J. et Chippaux A. (1969) Hibernation de Culex modestus Ficalbi (Diptera, Culicidae) en Camargue.** Cah - ORSTOM, Entomol méd VII (1) : 35-7.
- Mouchet J., Rageau J., Laumond C., Hannoun C., Beytout D., Oudar J., Corniou B. et Chippaux A. (1970) Epidémiologie du virus West Nile : étude d'un foyer en Camargue V. Le vecteur : Culex modestus Ficalbi Diptera ; Culicidae.** Ann Inst Pasteur (Paris) 118 (6) : 839-55.
- Mouchet J., Rageau J. et Chippaux A. (1969) Hibernation de Culex modestus Ficalbi (Diptera, Culicidae) en Camargue.** Cah - ORSTOM, Entomol méd VII (1) : 35-7.
- Murgue B., Murri S., Triki H., Deubel V. et Zeller H.G. (2001a) West Nile in the Mediterranean basin : 1950-2000.** Ann N Y Acad Sci 951: 117-26.
- Murgue B., Murri S., Zientara S., Durand B., Durand J.P. et Zeller H. (2001b) West Nile outbreak in horses in southern France, 2000: the return after 35 years.** Emerg Infect Dis 7 (4) : 692-6.
- Murgue B., Zeller H. et Deubel V. (2002) The ecology and epidemiology of West Nile virus in Africa, Europe and Asia.** Curr Top Microbiol Immunol 267 : 195-221.

N

- Neveu –Lemaire M. ,1902 .Sur la classification des culicidés .C.R.Soc.Biol.,IV,pp .1329-1334.**
- Noss,R.F;(1990)** : Indicators for monitoring biodiversity :a hierarchical approach-conservation biology ,4 :355-364 .

O

O.M.S.; 1973. Lutte anivectorielle en santé internationale.Genève, 156 PP .

P

Pavan,M ;(1986) : UNa rivolustitution.Cultural .Europea .La “carte Sugli invertebrate” delonsiglio d’europa .

Proskuriakova A.M. et Markovich N.Y. (1984a) [The flight of common species of *Aedes* from their breeding places in the steppe zone of Tuva (central Tuva lowlands). 1. The distance of flight of *A. vexans*] (Russe). *Med Parazitol (Mosk) 1* : 18-22.

Proskuriakova A.M. et Markovich N.Y. (1984b) [The flight of common species of *Aedes* from their breeding places in the steppe zone of Tuva (central Tuva lowlands). 2. Distance of flight of *A. sticticus*, *A. cinereus* and *A. c. caspius*] (Russe). *Med Parazitol (Mosk) 2* : 69-72.

R

Rageau J. et Mouchet J. (1967) Les arthropodes hématophages de Camargue. Cah - ORSTOM, Entomol méd V (4) : 263-81.

Randolph S.E., Gern L. et Nuttall P.A. (1996) Co-feeding Ticks: Epidemiological

Reiter P. (2001) Climate change and mosquito-borne disease. *Environ Health Perspect* 109 Suppl 1 : 141-61.

Rioux J.A. et Arnold M. (1955) Les Culicidés de Camargue (étude systématique et écologique). Paris, Société Nationale d'Acclimatation. 42 p.

Rioux J.A. (1958) Les Culicidés du "Midi méditerranéen". Etude systématique et écologique. Paris, Editions Paul Lechevalier. 303 p.

- Rioux J.A., Croset H., Gras G., Juminer B. et Tesson G. (1965) Les problèmes théoriques et pratiques posés par la lutte contre Culex pipiens L. dans le sud de la France.** Arch Inst Pasteur Tunis 42 : 473-500.
- Rioux J.A., Croset H., Corre J.J. et Simoneau P. (1967a) Les bases phyto-écologiques de la lutte anticulicidienne dans le "Midi" méditerranéen.** Arch Inst Pasteur Tunis 44 : 429-42.
- Rioux J.A., Croset H., Corre J.J., Simoneau P. et Gras G. (1967b) Les bases phyto-écologiques de la lutte anticulicidienne.** Cartographies des biotopes larvaires. Ann Parasitol Hum Comp 42 (6) : 665-80.
- Rioux J.A., Croset H., Corre J.J., Simoneau P. et Gras G. (1968) Phyto-ecological basis of mosquito control: cartography of larval biotopes.** Mosq News 28 (4) : 572-82.
- Rodhain F. (2003) Emergences de maladies à transmission vectorielle. Epidémiologie et santé animale 43 : 33-49.**
- Rogers D.J. et Randolph S.E. (2000) The Global Spread of Malaria in a Future, Warmer World.** Science 289 (5485) : 1763-6.
- Roman E., Violet P. et Dumarchey G. (1962) Principes de lutte contre le moustique citadin.** Rev Hyg Med Soc 10 (8) : 640-51.
- Roman E., Violet P. et Dumarchey G. (1962) Principes de lutte contre le moustique citadin.** Rev Hyg Med Soc 10 (8) : 640-51.
- Romanca C. et Tsai T.F. (1999) Entomologic and avian investigations of an epidemic of West Nile fever in Romania in 1996, with serologic and molecular characterization of a virus isolate from mosquitoes.** Am J Trop Med Hyg 61 (4) : 600-11.

S

- Sabio I.J., Mackay A.J., Roy A. et Foil L.D. (2006) Detection of West Nile Virus RNA in Pools of Three Species of Ceratopogonids (Diptera: Ceratopogonidae) Collected in Louisiana.** J Med Entomol 43 (5) : 1020-2.
- Sardelis M.R. et Turell M.J. (2001) Ochlerotatus J. japonicus in Frederick county, Maryland: discovery, distribution, and vector competence for West Nile virus.** J Am Mosq Control Assoc 17 (2) : 137-41.

- Sardelis M.R., Turell M.J., Dohm D.J. et O'Guinn M.L. (2001) Vector competence of selected North American Culex and Coquillettidia mosquitoes for West Nile virus. Emerg Infect Dis 7 (6) : 1018-22.**
- Sardelis M.R., Turell M.J., O'Guinn M.L., Andre R.G. et Roberts D.R. (2002) Vector competence of three North American strains of Aedes albopictus for West Nile virus. J Am Mosq Control Assoc 18 (4) : 284-9.**
- Savage H.M., Ceianu C., Nicolescu G., Karabatsos N., Lanciotti R., Vladimirescu A., Laiv L., Ungureanu Senevet, T. & Andorelli, I ;(1963) :Les Moustiques de l'Afrique du Nord et du Bassin méditerranéen ,III :les Aedes , 1^{ère} partie :Généralité –Arch .Ins.**
- Savage H.M. (2005) Classification of Mosquitoes in Tribe Aedini (Diptera: Culicidae): Paraphylyphobia, and Classification Versus Cladistic Analysis. J Med Entomol 42 (6) : 923-7.**
- Schaffner F., Angel G., Geoffroy B., Hervy J.P., Rhaïem A. et Brunhes J. (2001) Les moustiques d'Europe : logiciel d'identification et d'enseignement. Cd-ROM, Montpellier, IRD Editions**
- Schuffenecker I., Peyrefitte C.N., el Harrak M., Murri S., Leblond A. et Zeller H.G. (2005) West Nile virus in Morocco, 2003. Emerg Infect Dis 11 (2) : 306-9.**
- Scott T.W. et Edman J.D. (1991) Effects of avian host age and arbovirus infection on mosquito attraction and blood-feeding success. In : Bird Parasite Interactions. Loye J.E. et Zuk M. Oxford, Oxford University Press : 179-204.**
- Station météorologique d'el kala.; (2008).**

T

- Taylor D.J. et Hurlbut H.S. (1953) Isolation of West Nile Virus from Culex Mosquitoes. J Egypt Med Assoc 36 (3) : 199-208.**
- Taylor D.J. et Hurlbut H.S. (1953) Isolation of West Nile Virus from Culex Mosquitoes. J Egypt Med Assoc 36 (3) : 199-208.**
- Taylor R.M., Work T.H., Hurlbut H.S. et Rizk F. (1956) A study of the ecology of West Nile virus in Egypt. Am J Trop Med Hyg 5 (4) : 579-620.**

- Theoblad F.V.**(1901-1910).A monomorph of the Culicidae or mosquitoes.British Museum London, 5vol
- Turell M.J., Gargan T.P., 2nd et Bailey C.L. (1983) Culex pipiens (Diptera: Culicidae) morbidity and mortality associated with Rift Valley Fever virus infection. J Med Entomol 22 (3) : 332-7.**
- Turell M.J., Bailey C.L. et Rossi C.A. (1984) Increased mosquito feeding in Rift Valley Fever virus-infected lambs. Am J Trop Med Hyg 33 (6) : 1232-8.**
- Turell M.J., Rossi C.A. et Bailey C.L. (1985) Effect of extrinsic incubation temperature on the ability of *Aedes taeniorhynchus* and *Culex pipiens* to transmit Rift Valley Fever virus. Am J Trop Med Hyg 34 (6) : 1211-8.**
- Turell M.J. (1988) Reduced Rift Valley fever virus infection rates in mosquitoes associated with pledget feedings. Am J Trop Med Hyg 39 (6) : 597-602.**
- Turell M.J., O'Guinn M. et Oliver J. (2000) Potential for New York mosquitoes to transmit West Nile virus. Am J Trop Med Hyg 62 (3) : 413-4.**
- Turell M.J., O'Guinn M.L., Dohm D.J. et Jones J.W. (2001) Vector competence of North American mosquitoes (Diptera: Culicidae) for West Nile virus. J Med Entomol 38 (2) : 130-4.**
- Turell M.J., Sardelis M.R., O'Guinn M.L. et Dohm D.J. (2002) Potential vectors of West Nile virus in North America. Curr Top Microbiol Immunol 267 : 241-52.**
- Turell M.J., Dohm D.J., Sardelis M.R., O'Guinn M.L., Andreadis T.G. et Blow J.A. (2005) An update on the potential of North American mosquitoes (Diptera: Culicidae) to transmit West Nile Virus. J Med Entomol 42 (1) : 57-62.**

V

Vulkiunas :G.(1997) :Bird Haemasporida.Acta Zoologia litunica.Volumina 3.5A monograph

W

Weaver S.C., Lorenz L.H. et Scott T.W. (1993) Distribution of Western Equine

Encephalomyelitis Virus in the Alimentary Tract of Culex tarsalis (Diptera: Culicidae) Following Natural and Artificial Blood Meals. J Med Entomol 30 (2) : 391-7.

Weaver S.C. et Barrett A.D. (2004) Transmission cycles, host range, evolution and emergence of arboviral disease. Nat Rev Microbiol 2 : 789-801.

Wilson, E.O; (1988) : The current state of biological diversity ;In :E.o. Wilson (ed) .biodiversity.p.3-18.Washintong DC :National A cademy Press.Parasitologia ,Ornithologia,Entomologia .Institut of ecology .Vilinus.ISSN 1392 .6 .1657.