

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Aboubekr Belkaïd Tlemcen
Faculté des Sciences de la Nature et de la vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

Département d'Ecologie et l'Environnement

Laboratoire de recherche

Valorisation des actions de l'homme pour la protection de l'environnement et application en santé
publique

MÉMOIRE

Présenté par

Mlle MOSBAH Sarah

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En Ecologie

Sous le thème

*Bio-surveillance des aires culicidogènes dans
la commune de Maghnia (Tlemcen)*

Soutenu en Juillet 2021, devant le jury composé de

Mme. BOUKLI HACENE Samira	M.C.B	Président	Université de Tlemcen
Mme. ABDELLAOUI Karima	Pr	Encadreur	Université de Tlemcen
Mr. BETTIOUI Réda Ali	M.C.B	Examinateur	Université de Tlemcen

2020-2021

Remerciements

Je remercie avant tous, dieu le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il ma donné durant toutes les longues années d'études, et le courage pour réaliser ce travail.

*En second lieu, je tiens à remercier mon encadreur **Mme ABDELLAOUI KARIMA**, Je la remercie pour son encadrement, pour sa patience pendant la période de travail, ses conseils et ses orientation et aussi la confiance qu'elle m'a accordée, Je lui exprime mon profond respect et mon parfait considération.*

*Mes remerciements vont également à **Mme BOUKLI HACENE Samira** pour avoir accepté de présider le jury*

*J'adresse également mes remerciements à **Mr BETTIOUI Réda Ali** pour l'intérêt qu'il a porté à cette étude en me fait l'honneur de juger et examiner ce travail.*

*Je tiens à remercier **M. BENSERIDA Yassine**, il a toujours été avec moi, ses conseils et ses mots d'encouragement m'ont motivé à en faire plus, tous les mots ne suffisent pas pour le remercier.*

Dédicace

Enfin rêve de fin d'études est devenu réalité, et à celle occasion J'ai l'immense plaisir de dédier ce modeste travail à :

*A mon très cher père **Abedmalak Mosbah**. Tu as toujours été pour moi un exemple du père respectueux, honnête, tu ne m'as jamais laissée seule, tu étais le père et la mère pour moi, je suis à ce point grâce à toi. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour et le respect que j'ai pour toi.*

Je t'aime papa.

*A ma chère mère **Bounoau Malika**. Malheureusement tu n'es plus là, mais tu es dans mon cœur, Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Je t'aime maman.*

*A mon cher oncle **Hadj Mosbah**, qui me soutient et m'encourage à atteindre les plus hauts grades. Tes paroles et tes conseils me poussent toujours vers l'avant. Merci d'être dans ma vie. Je t'aime.*

*Ce travail est dédié toute particulièrement à mes très chers sœurs **Khadija** allah yarhmha et **Naima** et **Fadwa**, et mes frère **hadj** et **Abedenaser**, sans vous je ne serai jamais arrivé où je suis maintenant, je vous remercie de m'avoir poussé et soutenu à faire des études.*

*A toutes mes amies et surtout les plus proches, **Islam**, **Ikram**, **Abir** et **Manal**, je ne trouve pas des mots suffisants pour vous remercier et pour exprimer l'amour et la fidélité que je vous porte.*

Sommaire

Avant propos

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction.....	1
Chapitre 01 : Synthèse bibliographique.....	3
1-Systématique des Culicidae	3
2-Morphologie.....	4
2-1- L'œuf.....	5
2-2- La larve.....	6
2-2-1-La tête.....	6
2-2-2- Le thorax.....	7
2-2-3-L'abdomen.....	8
2-3-La nymphe.....	8
2-4-Adulte (imago).....	9
2-4-1-La tête.....	10
2-4-2-Le thorax.....	10
2-4-3-L'abdomen.....	11
3-Cycle de vie.....	11
3-1 Phase aérienne.....	12
3-1-1-L'accouplement.....	12
3-3-2-Repas de sang.....	12
3-2-Phase aquatique.....	13
3-2-1-L'oviposition.....	13
3-2-2-L'émergence.....	13
4-Rôle écologique.....	14
5-Répartition des Culicidés.....	14
5-1-Répartition dans le monde.....	14

5-2-Répartition en Algérie.....	15
5-3-Biogéographie d' <i>Ae. Albopictus</i>	17
6-Le comportement trophique des Culicidés.....	17
7-Rôle pathogène.....	19
7-1-Le paludisme.....	20
7-2-La dengue.....	20
7-3-Chikungunya.....	21
7-4-La fièvre du West Nile.....	21
Chapitre 02 : Matériel et Méthodes.....	23
1- Présentation de la région d'étude.....	23
1-1-Situation géographique.....	23
1-2-Considération bioclimatique.....	25
1-2-1-Températures.....	25
1-2-2-Précipitations.....	25
1-2-3-Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен.....	27
1-2-4- Indice et Climagramme d'EMBERGER.....	28
2- Etude des paramètres physico-chimiques de l'eau des gîtes.....	29
3- Méthodes d'étude.....	30
3-1-Méthodes de prospection.....	30
3-2-Technique de prélèvements.....	31
3-3- Travail au laboratoire.....	33
3-3-1-Matériel utilisé.....	34
3-3-2-Le montage des larves du 4 ^{ème} stade.....	35
3-3-3-Le montage d'un moustique adulte.....	35
3-3-4-L'identification des espèces.....	36
4-Exploitation des données.....	36
4-1-Indices de composition.....	36
4-2-Indices de structure.....	37
Chapitre 03 : Résultats et discussion.....	40

1-Analyse de la composition et structure des peuplements récoltés.....	40
1-1-Composition taxonomique du peuplement culicidien récolté.....	40
1-2-Structure des communautés de Culicides récoltées.....	42
1-2-1-Variations des effectifs des espèces par habitats.....	42
1-2-2-Variations des effectifs par nature des gîtes.....	43
1-2-3-Variation des effectifs par site d'étude.....	43
1-2-4-Composition et structure du peuplement culicidien récolté par nature de gîtes.....	44
1-2-5-Distribution des abondances des espèces par type de gîtes.....	48
1-2-6-Occurrence des espèces.....	49
2-Caractéristiques physico-chimiques de l'eau.....	49
2-1-Variations des paramètres physico-chimiques des eaux des gîtes.....	50
Température.....	51
Le pH.....	51
Potentiel redox.....	52
Conductivité.....	53
Turbidité.....	53
Oxygène dissous.....	53
Salinité.....	53
Nitrite NO ₂	54
Discussion.....	55
Conclusion générale.....	58
Références bibliographiques.....	60

Liste des figures

- Figure 1** : Systématique générale des Culicidae présents en Algérie
- Figure 2** : Stades de développement des Culicidae avec quelques caractères distinctifs des genres *Anopheles*, *Aedes* et *Culex*
- Figure 3** : Aspects des œufs des trois genres de Culicidés
- Figure 4** : Larve de Culicidae
- Figure 5** : Les soies céphaliques
- Figure 6** : Les soies prothoraciques
- Figure 7** : Derniers segments abdominaux et siphon respiratoire des *Aedes* et des *Culex*
- Figure 8** : Photographie d'une Nymphe
- Figure 9** : Morphologie générale d'un adulte de Culicidae de genre *Culex*
- Figure 10** : Schéma de têtes de Culicinae (à gauche) et d'Anophelinae (à droite) mâle (haut) et femelle (bas)
- Figure 11** : Cycle de vie du moustique
- Figure 12** : Clichés de l'émergence d'un *Culex pipiens* (A à D : de la nymphe à l'adulte)
- Figure 13** : Carte de la distribution d'*Aedes albopictus* en Europe
- Figure 14** : La carte des territoires affectés par le paludisme
- Figure 15** : Carte des territoires affectés par la dengue
- Figure 16** : Carte des territoires affectés par Chikungunya
- Figure 17** : Situation géographique de la wilaya de Tlemcen.....
- Figure 18** : Localisation de la région de Maghnia
- Figure 19** : Températures moyennes de Maghnia (2016-2020).....
- Figure 20** : Précipitations moyennes de Maghnia (2016-2020).....
- Figure 21** : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1957) de Maghnia .
- Figure 22** : Position de la station de maghnia sur le climagramme d'Emberge.....
- Figure 23** : Les appareils utilisés pour mesurer les paramètres physico-chimiques
- Figure 24** : Photos des gîtes prolifiques rencontrés
- Figure 25** : Matériel utilisé pour le montage
- Figure 26** : Montage d'un moustique adulte.....
- Figure 27** : Importance relative des différents rangs zoologiques en pourcentage

Figure 28 : Importance relative de l'abondance des espèces par nature des gîtes

Figure 29 : Importance relative du nombre d'espèces et du nombre total des individus par site d'étude.

Figure 30 : Variation des abondances des espèces par nature des gîtes

Figure 31 : Dendrogramme issu de la

Figure 32 : Variation des abondances et de la richesse spécifique par type de gîtes.

Liste des tableaux

- Tableau 1** : Les espèces Culicidiennes connues actuellement en Algérie
- Tableau 2** : Pays envahis par *Ae. albopictus* lors de son expansion mondiale au cours de la deuxième moitié du XXème siècle
- Tableau 3** : Principales maladies grave transmises par les Culicidae
- Tableau 4** : Position géographique des stations d'étude
- Tableau 5** : Les données climatiques de la station de Maghnia
- Tableau 6** : Caractéristiques méso-climatiques de Maghnia
- Tableau 7** : Paramètre physico-chimique mesuré à l'aide d'un photomètre
- Tableau 8** : Les caractéristiques des gîtes créés selon les trois stations d'étude
- Tableau 9** : Caractéristiques des gites prospectés
- Tableau 10** : Composition du peuplement de Culicides récolté
- Tableau 11** : Composition du peuplement de Culicides récolté
- Tableau 12** : Abondances des espèces par type de gîte.....
- Tableau 13** : Fréquences d'occurrence des deux espèces récoltées...
- Tableau 14** : Mesures physicochimiques relevées dans les gîtes
- Tableau 15** : Valeurs des mesures physicochimiques relevées pour chaque espèce.

Les Culicidae sont parmi les nombreux groupes d'insectes piqueurs les plus connus et les plus redoutés dans de nombreuses régions du monde (**Himmi, 2007**), aujourd'hui 3546 espèces de moustiques réparties en 111 genres sont inventoriées au niveau mondial (**Arim, 2014**) réparties majoritairement au sein des trois genres principaux *Aedes*, *Anopheles* et *Culex* (**Resh et Carde, 2003**).

L'intérêt majeur porté sur les moustiques concerne leur implication dans la transmission d'agents pathogènes humains comme le paludisme, des filarioses et plusieurs viroses : fièvre jaune, dengue, west Nile, Chikungunya. Selon (**O.M.S, 2016**), les maladies transmises par les moustiques provoquent plus d'un million de décès chaque année et les enfants sont les plus touchés par le paludisme et la dengue. L'O.M.S fait état du décès d'un enfant africain toutes les 30 secondes dus au paludisme (**Larbi, 2015**).

En Algérie, les plus anciens travaux réalisés sur les Culicidae d'Algérie remontent au siècle dernier, les recherches effectuées ensuite par (**Clastrier, 1941**) constituent avec les travaux de **Senevet & Andarelli (1954, 1956)** une étape importante dans la connaissance de la faune Culicidienne Algérienne.

Dans le Nord de l'Algérie, **Berchi (2000)** et **Boudemagh et al (2013)** se sont penchés sur l'inventaire et l'étude de la bio-écologie des Culicidae à l'est, dans la région d'Alger et Tizi Ouzou, on note les travaux de (**Lounaci, 2003**) et les travaux de **Hassaine (2002)** à l'Ouest de Tlemcen mais aussi dans la région de Tébessa avec les travaux de **Bouabida et al (2012)**.

Depuis quelques années, un moustique de la famille des culicidés, *Aedes albopictus* fait sa propagation et devient invasif dans le monde. Cela est dû au pouvoir des œufs à résister et à sa compétence vectorielle vis-à-vis des autres espèces de Diptères considérées parmi les plus dangereux des arthropodes vecteurs potentiels de germes infectieux (**Anonyme, 2013**). La plupart de ces vecteurs sont anautogènes, ce qui signifie que les femelles adultes doivent consommer au moins un repas sanguin pour chaque embouchure d'œufs qu'ils produisent (**Clements, 1992; Briegel, 2003**).

Le moustique *Aedes albopictus* est originaire d'Asie du sud et des Îles du pacifique et de l'océan indien. Ce vecteur a fait une expansion mondiale spectaculaire au cours des trois dernières décennies. Il a été introduit à travers le monde particulièrement l'Europe par les cargos venant d'Asie de pneus usagés (sites de pente) et plus auxiliairement des plantes venant du sud de la chine,

Dracaena sanderiana ou lucky bambou, sont les causes principales de colonisation (Gratz, 2004; Roiz, 2011).

Tous les continents sont déjà colonisés par *Ae. albopictus*, sauf l'Antarctique, au cours des 30 à 40 dernières années. Depuis son apparition au Brésil et au Mexique dans les années 1980, ce moustique continue de coloniser différentes parties du continent: Amérique centrale et du Sud, Amérique du Nord (Bonizzoni et al, 2013).

D'après un article de la *Journal of the American Mosquito Control Association*, *Aedes albopictus* est détecté pour la première fois en Afrique en 1989. Il s'agissait de larves qui furent transportées du Japon vers l'Afrique du Sud dans des pneus usagés. En 1991, *Aedes albopictus* est détecté au Nigeria, puis s'étend aux régions voisines comme le Niger, le Cameroun, la Guinée équatoriale et le Gabon (Kampango & Abílio, 2016).

La découverte fortuite d'*Aedes albopictus* a été signalée pour la première fois en Algérie à Larbaa Nath-Iraten, Wilaya de Tizi-Ouzou en juin 2010 suite à la capture d'un spécimen (Izri et al, 2011). Depuis, d'autres spécimens adultes ont été capturés dans cette même région (Lafri et al, 2014). Ce n'est qu'en 2015 qu'une première installation durable de cette espèce a été rapportée en Afrique du Nord, en Algérie (Benallal et al. 2016), et au Maroc (Bennouna et al 2017). Le moustique tigre a par la suite colonisé plusieurs localités et communes du nord de l'Algérie provoquant une forte nuisance amenant la population à consulter au niveau des services de santé. Les wilayas où ce moustique a été localisé en 2019 sont : Oran, Blida, Alger, Tizi-Ouzou, Jijel, Bejaïa, Tipaza, Boumerdes, Skikda El-Taref et Annaba (Benallal et al, 2019).

Donc, notre présente étude prospective a pour but de confirmer la présence ou l'absence du moustique tigre dans littoral Ouest algérien, notre contribution porte plus précisément sur trois localités de la wilaya de Tlemcen : Maghnia, Hammame Chiguer et Hammame Boughrara.

Les principaux objectifs visent de détecter les principaux gîtes favorables à la prolifération du moustique tigre, de dégager les caractéristiques de ces gîtes et en dernier lieu affirmer le risque potentiel de la transmission de ces maladies vectorielles dans cette région de la wilaya de Tlemcen.

Ce manuscrit est structuré en trois chapitres dont le premier se veut une synthèse bibliographique sur les Culicidae en général (la systématique, la morphologie, la répartition géographique, l'écologie, le rôle pathogène. Le deuxième chapitre est consacré au matériel utilisé de même que les différentes méthodes effectuées lors de la réalisation de nos expérimentations. Le troisième chapitre, il regroupe les résultats et interprétation avec une comparaison aux données bibliographiques. Nous finalisons ce travail, par une conclusion.

Chapitre 01 : Synthèse bibliographique

1-Systématique des Culicidae

Les Culicidae constituent dans le système linnéen de la classification hiérarchique (Williams & Feltmate, 1992) et présentent des caractères généralement nets, permettant d'identifier facilement la famille et d'en donner une bonne description. En revanche, leur regroupement en sous-famille, en genre et en sous-genre est beaucoup plus délicat (Himmi, 2007).

Selon Knight et Stone (1977), la famille des Culicidae comprend environ 3000 espèces se divisant en trois sous-familles : les Taxorhynchitinae, les Anophelinae, les Culicinae.

En Algérie, 50 espèces des culicidés de 6 genres différents sont regroupés dans la sous-famille des Anophelinae et les Culicinae (Hassaine, 2002). Les Toxorhynchitinae ne sont pas représentés (Fig. 01).

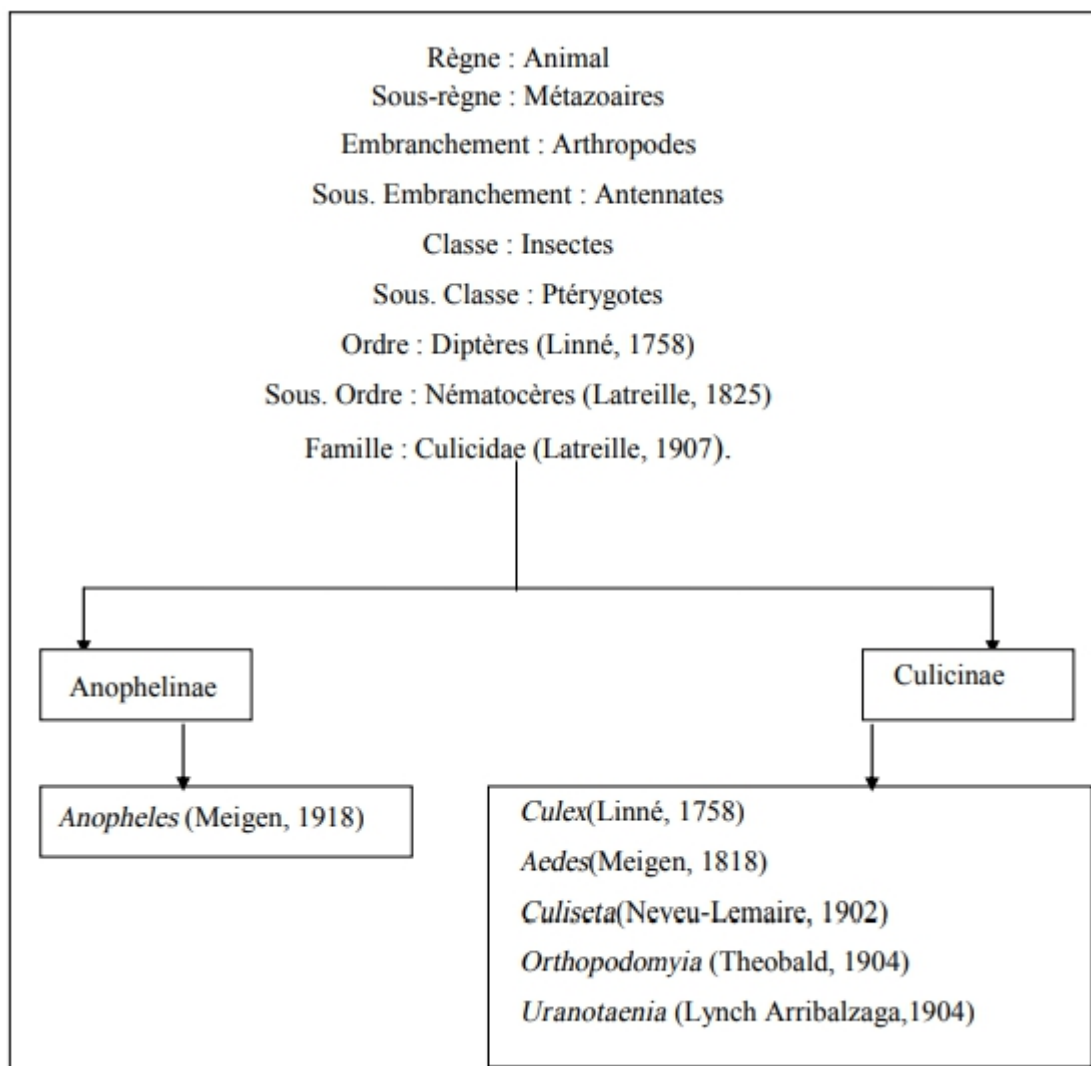


Figure 01 : Systématique générale des Culicidae présents en Algérie (Berchi, 2000).

2-Morphologie

La morphologie des moustiques varie avec le stade de développement, le genre et l'espèce (**Fig. 02**). Les Culicidae sont des insectes à corps long et girel, dotés de longues pattes et de longues pièces buccales en forme d'aiguilles (**Himmi, 2007**), ils passent par quatre phases de développement : trois phases aquatique (œuf, larve, nymphe) et une phase aérien (adulte).

La morphologie externe des larves et des adultes permet la différenciation rapide au niveau de la sous-famille (Anophelinae versus Culicinae) et des genres. Au niveau spécifique, la morphologie externe permet aussi de différencier les espèces entre elles. Cependant, dans le cas d'espèces jumelles, il faut souvent faire appel à des techniques complémentaires : croisements, cytogénétique, analyses iso enzymatiques, biologie moléculaire (**Carnevale et Robert, 2009**).

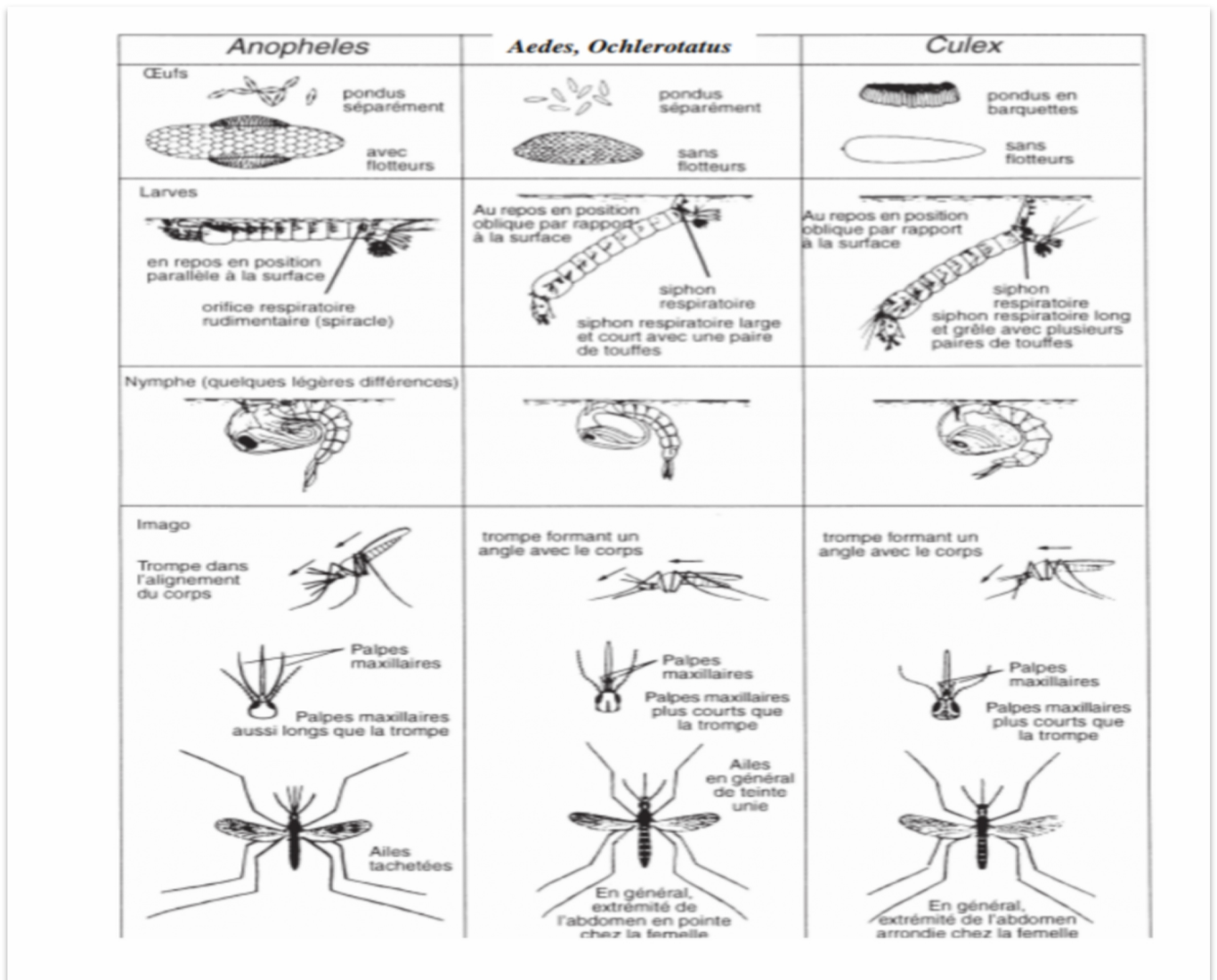


Figure 02: Stades de développement des Culicidae avec quelques caractères distinctifs des genres *Anopheles*, *Aedes* et *Culex* (O.M.S) modifié.

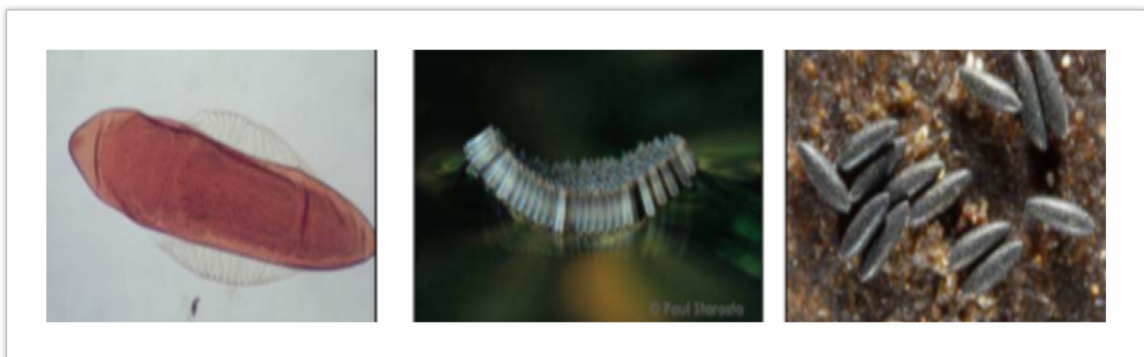
2-1- L'œuf

L'œuf des moustiques est généralement fusiforme et mesure environ 0,5mm. Au moment de la ponte, il est blanchâtre et prend rapidement, par oxydation des composants chimiques de la thèque, une couleur marron ou noire. La couche externe de l'œuf ou exo-chorion, présente des ornements particuliers caractéristiques des genres et espèces. Ces formations assurent aux œufs leur flottaison et leur position relative par rapport à la surface de l'eau (Berchi, 2000).

Quelle que soit l'espèce de moustique, l'œuf doit se trouver dans des conditions idéales pour pouvoir éclore, généralement en 48 heures. Une diminution de la température ou du taux d'humidité peut entraîner des délais d'éclosion (Shililu et al, 2004).

Chaque espèce a une forme d'œuf spécial (Fig. 03) :

- ✓ **Les œufs du genre *Anopheles*** : Leur forme est plus ou moins ovoïde chacun ayant 1/2 millimètre de longueur et pourvue latéralement de flotteurs leur permettant de conserver une position horizontale. Les œufs sont pondus de couleur blanche, puis brunissent (Lounaci, 2003).
- ✓ **Les œufs du genre *Culex*** : Le nombre d'œufs déposé est de 200 à 400 œufs, elles peuvent éclore deux journées après leur ponte, sont agglomérés en nacelles, chaque œuf est muni d'un flotteur micropylaire en socle. Ces nacelles flottent à la surface de l'eau (Mokrani, 2018).
- ✓ **Les œufs du genre *Aedes*** : D'après Lema (2000), les œufs sont de couleur noire, fusiformes, dépourvus de flotteurs latéraux, munis de petites saillies qui assurent leur stabilité sur le fond de l'eau. Ces œufs d'*Aedes* sont entourés d'une épaisse coquille pourvue au pôle antérieur d'un micropyle. Le nombre d'œufs varie en fonction des espèces et de la quantité de sang absorbée.



Œuf d'*Anopheles*

Œufs des *Culex*

Œufs des *Aedes*

Figure 03 : Aspects des œufs des trois genres de Culicidae (ANONYME, 2016).

2-2- La larve

Le stade larvaire a une durée d'environ de cinq à dix jours. Lors de l'éclosion en milieu aquatique, les larves de moustiques mesurent environ 2 millimètres (mm). Elles subissent par la suite trois mues successives permettant un accroissement de la taille jusqu'à 15 mm (**Fig. 04**). Les larves passent ainsi par quatre stades larvaires (dits L1 à L4) dont la morphologie comparable se résume à trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen (**Carnevale et Robert, 2009**). Selon **Rioux (1958)**, seul le dernier stade (L4) est pris en compte dans l'identification des espèces.

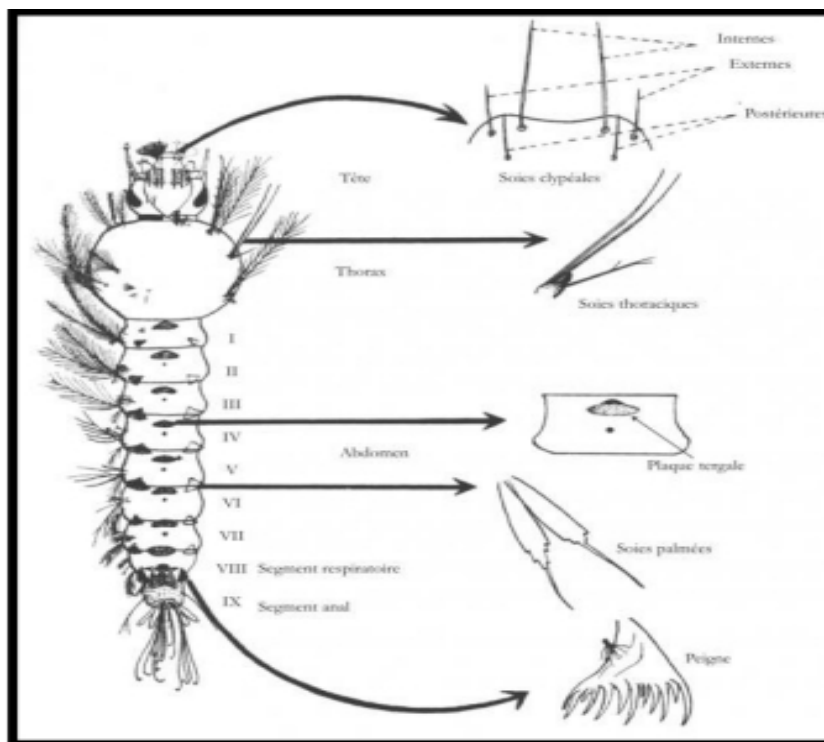


Figure 04 : Larve de Culicidae (Holstein, 1949).

2-2-1-La tête

La tête est la partie du corps fortement chitineuse légèrement allongée, et plus au moins aplatie dorso-ventralement (**Himmi, 2007**), elle est porte deux tâches oculaires et une paire d'antennes formant un «V» dirigé vers l'avant portant toujours des soies caractéristiques selon les groupe, la soie (6c) (**Fig .05**) est la plus importante du point de vue taxonomique et comporte une branche, deux branches, ou trois branches et plus.

La tête comporte une plaque chitineuse appelée le fronto-clypeus, garnie de 5 soies. En avant du fronto-clypeus s'insèrent les épines préclypéales, on distingue au niveau de la tête la plaque mentale qui se compose d'une forte dent médiane avec un certain nombre de dents latérales (**Tabti, 2015**).

Par ailleurs la tête est capable d'effectuer une rotation de 180° autour de son axe qui lui permet de se nourrir a la surface de l'eau (Anonyme, 2003).

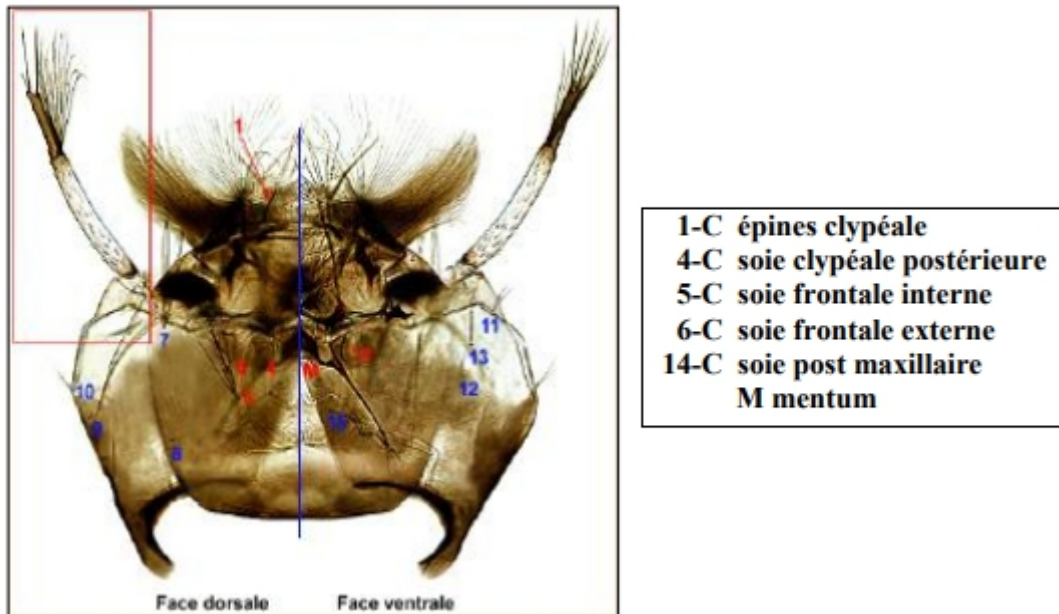


Figure 05 : Les soies céphaliques (Brunhes et al, 2000).

2-2-2- Le thorax

Le thorax est plus large que la tête et l'abdomen. Sa forme est grossièrement quadrangulaire ; il est formé de trois segments soudés : le prothorax, le mésothorax et le métathorax (Rioux ,1958). Les faces ventrales et dorsales sont ornementées de soies (Fig .06).

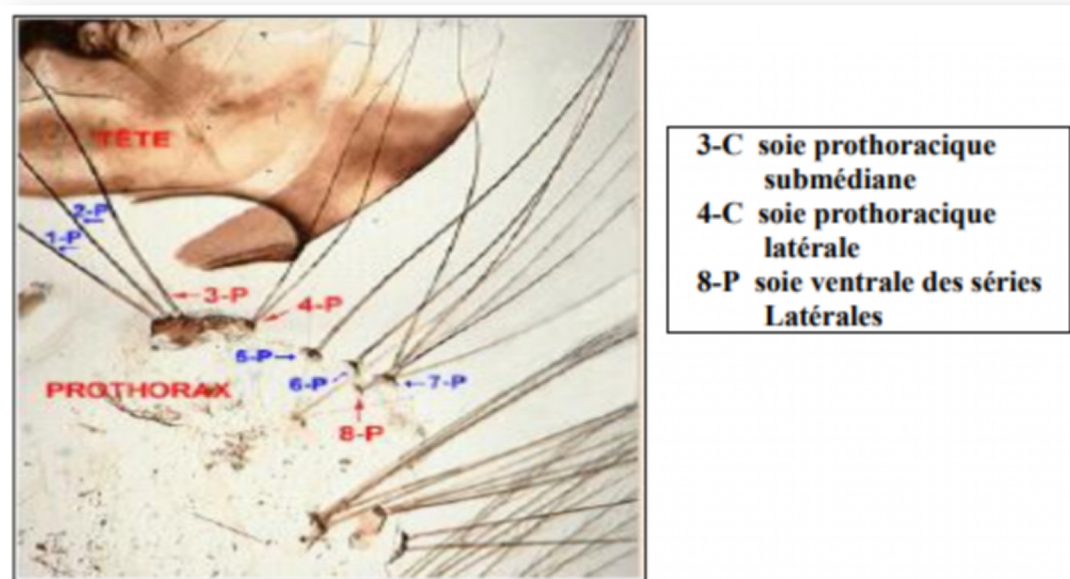


Figure 06: Les soies prothoraciques (Brunhes et al, 2000).

2-2-3-L'abdomen

Selon **Bussieras & Chermette (1991)**, l'abdomen est Grêle et allongé, il est composé de 9 segments terminés par 2 cerques, appendices courts protégeant l'anus et l'orifice génital. Il est recouvert d'écailles claires, brunes et blanches avec de longs poils sur la face dorsale. Une ligne longitudinale sombre ainsi que quelques taches sombres sur les côtés ornent la face ventrale. Chez les mâles, l'abdomen se termine en une armature génitale servant à maintenir la femelle durant l'accouplement. Chez les femelles, on trouve un oviscapte qui intervient lors de la ponte (**Cachereul, 1997; Neveu-Lemaire, 1952**).

Les stigmates respiratoires affleurent au niveau de la cuticule chez les Anophèles alors que chez les *Aedes* et *Culex* (et autres Culicinae), ils sont situés à l'extrémité d'un siphon respiratoire plus ou moins long ou plus ou moins trapu selon les espèces et les biotopes (**Fig .07**).

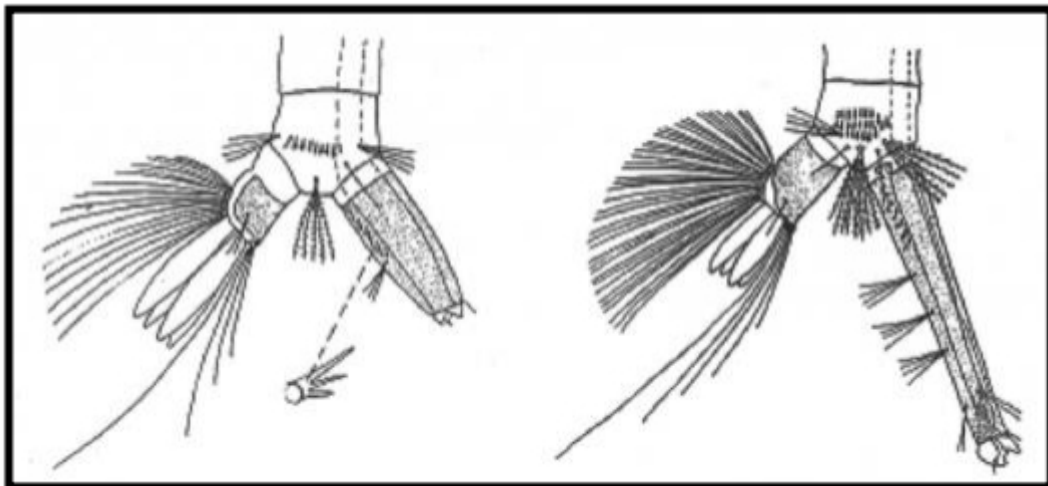


Figure 07 : Derniers segments abdominaux et siphon respiratoire des Aedes et des Culex, (Service, 1980).

2-3-La nymphe

Au bout d'une semaine environ, la larve subit une métamorphose complète durant laquelle la cuticule se fend pour former une nymphe (**Singh et al, 2012**). La nymphe ou la puppe est le stade pendant lequel a lieu une transformation majeure à savoir, le passage de la vie aquatique à la vie aérienne de l'adulte. A la fin du quatrième stade larvaire, la tête et le thorax fusionnent pour donner un céphalo-thorax sur lequel on trouve deux trompes qui permettent à la nymphe de respirer (**Fig .08**). La forme globale de la nymphe rappelle celle d'un point d'interrogation ou d'une virgule. Elle reste à la surface de l'eau, peu mobile et ne se nourrit pas (**OMS, 2003**).

La nymphe comprend trois parties qui sont : Les nageoires, les nageoires et le céphalothorax (**Hassaine, 2002**). Nymphal dure généralement 24 à 48 heures durant lesquelles s'opère une importante métamorphose interne aboutissant à la transformation en adulte ailé (**Singh et al, 2012**).

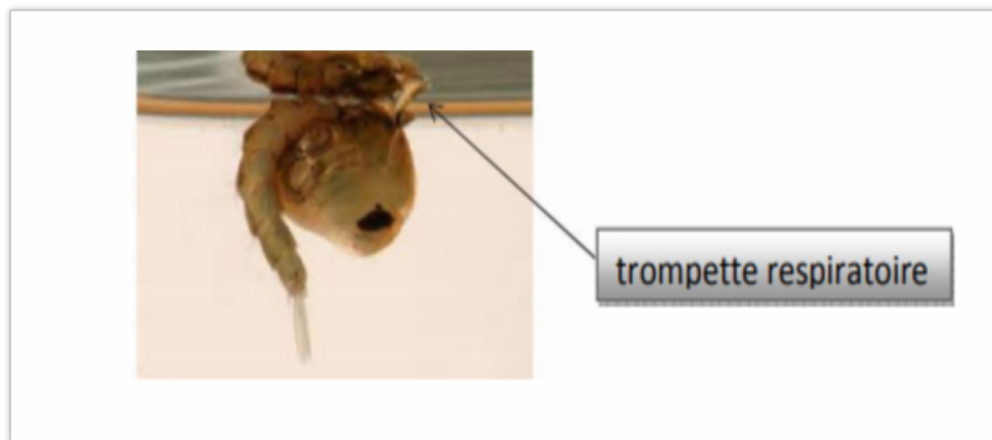


Figure 08 : Photographie d'une Nymphe (Vacus, 2012)

2-4-Adulte (imago)

Lorsque l'adulte est complètement formé dans son enveloppe nymphale, l'insecte reste à la surface et commence à respirer (**Tabti, 2017**). Il se dégage progressivement en se gonflant d'air pour s'envoler après un temps nécessaire au dépliement des ailes et des pattes par augmentation de la pression de l'hémolymphe (**Bussieras & Chermette, 1991 ; Kettle, 1995**).

Les adultes des Culicidae (Fig .09) sont de petits insectes au corps allongé, de 5 à 20 millimètres de long (**Rodhain et Perez, 1985**). Le corps se compose de: la tête, le thorax et l'abdomen.

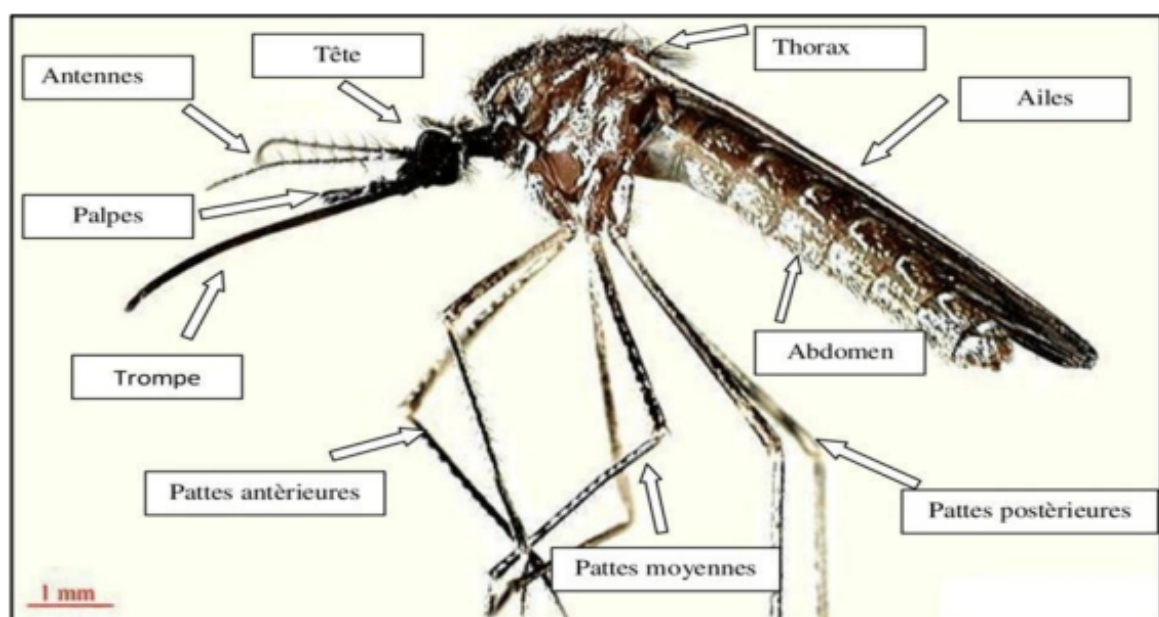


Figure 09 : Morphologie générale d'un adulte de Culicidae de genre Culex (Brunhes et al, 1999).

2-4-1-La tête

De forme générale globuleuse, elle porte des yeux à facettes, volumineux et presque jointifs (séparés par une bande frontale étroite), souvent de couleur bleue ou verte métallique (Himmi, 2007). Les mâles ont des antennes avec des soies longues et plumeuses « antennes plumeuses » comprenant les organes récepteurs de l'olfaction. Les femelles ont des antennes avec des soies verticillées, courtes et moins fournies que celles des mâles « antennes glabres ». Elles portent de nombreux chémorécepteurs olfactifs qui servent pour le repérage et la localisation de l'hôte pour le repas de sang (Carnevale et Robert, 2009).

D'après Goulu (2015), l'appareil buccal diffère selon le sexe du moustique (Fig .10). Chez le mâle, il s'agit d'un appareil buccal de type suceur qui lui permet de se nourrir du nectar ou de la sève. L'appareil buccal des femelles est de type vulnérant. En effet, contrairement au mâle, la femelle est hématophage et possède une double circulation de fluide permettant l'injection de la salive via l'hypopharynx et l'aspiration du sang via la trompe, aussi appelée proboscis.

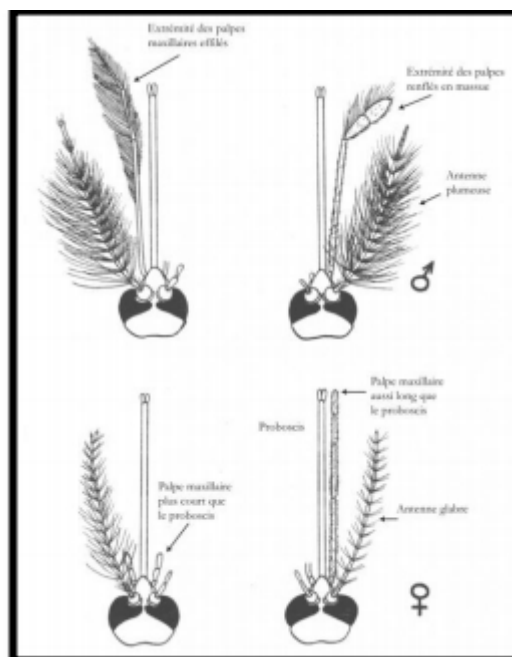


Figure 10 : Schéma de têtes de Culicinae (à gauche) et d'Anophelinae (à droite) mâle (haut) et femelle (bas), (Holstein, 1949).

2-4-2-Le thorax

Le thorax est composé de nombreuses plaques chitinisées sur la face dorsale (tergites), ventrale (sternites) et latérales (pleurites) qui ont toutes reçu un nom ; il porte aussi deux paires de stigmates latéraux (pour la respiration) et de nombreuses soies et écailles dont la forme, et la disposition, sont utilisées pour reconnaître les espèces (Carnevale et Robert, 2009). Composé de trois segments soudés

(le prothorax, le mésothorax et le métathorax), il porte les ailes et les pattes. Le thorax est brun recouvert d'écailles fauves foncées avec quelques écailles claires sur les côtés (**Bussieras & Chermette, 1991; Cachereul, 1997**).

2-4-3-L'abdomen

L'abdomen du Culicide est allongé et beaucoup plus étroit que son thorax. Il est formé de dix segments mais seuls les huit premiers sont différenciés et visibles extérieurement. Ils sont composés chacun d'une plaque chitineuse dorsale, le tergite et d'une plaque ventrale ou sternite. La localisation des écailles et leur disposition sur les tergites abdominaux, aident à déterminer les espèces. Les deux derniers segments sont modifiés pour les fonctions reproductrices (**Berchi, 2000**).

Chez les mâles, l'abdomen se termine en une armature génitale servant à maintenir la femelle durant l'accouplement. Chez les femelles, on trouve un oviscapte qui intervient lors de la ponte (**Bussieras & Chermette, 1991 ; Cachereul, 1997 ; Neveu-Lemaire, 1952**).

3-Cycle de vie

Les Culicidés sont des Insectes holométaboles, dont le cycle de vie se déroule entre le milieu aquatique stagnant (œuf, larve, nymphe) et le milieu aérien (Imago). En général, la femelle ne s'accouple qu'une seule fois, mais pond périodiquement pendant toute son existence (**Himmi, 2007**).

Selon **Adisso et Alia (2005)**, le cycle de développement des Culicidés dure environ douze à vingt jours. La durée du stade larvaire varie selon les espèces de Culicidae, la température du milieu, la densité larvaire ainsi que la disponibilité en nourriture (**Clements, 1999**).

Le cycle comprend quatre stades (Fig.11) : l'œuf, la larve, la nymphe (pupe) et l'adulte. Cette métamorphose se déroule en deux phases.

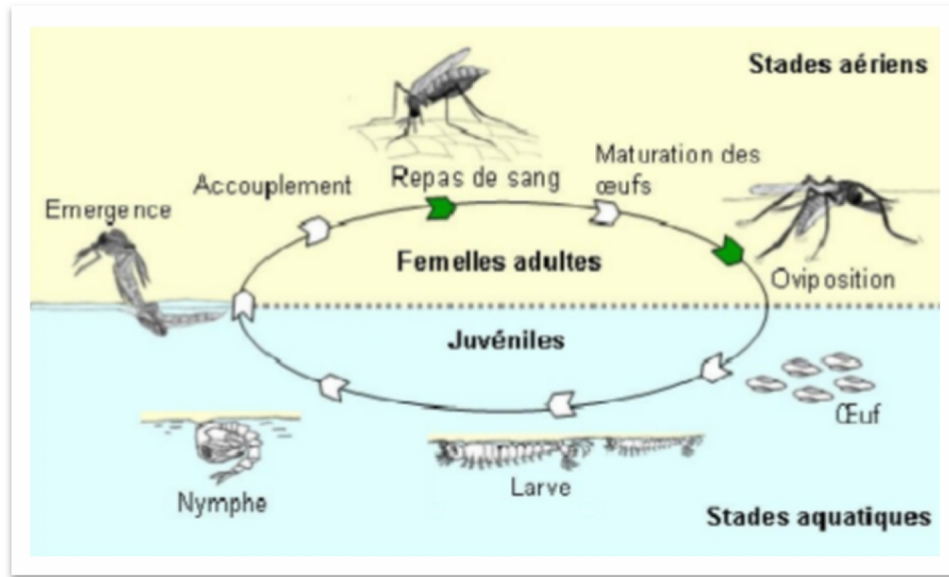


Figure 11 : Représentation du cycle de vie des moustiques (Cléments, 2000 ; Becker et al., 2010)

3-1 Phase aérienne

3-1-1-L'accouplement

L'accouplement des moustiques a lieu dans la végétation ou en vol. Les culicidés mâles s'appliquent contre les femelles ventre à ventre et les deux insectes continuent à voler ensemble. La fertilisation est rapide mais exige une température d'au moins 20°C (Seguy, 1950).

Selon Seguy (1950), un seul mâle peut s'accoupler avec plusieurs femelles à intervalles plus ou moins rapprochés. 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.

3-3-2-Repas de sang

Après l'accouplement qui se fait généralement près des gîtes, les femelles ont généralement besoin de prendre un repas sanguin qui leur apporte les protéines nécessaires à la maturation de leurs ovocytes. Ce repas sanguin prélevé sur un vertébré (mammifère, amphibien, oiseau), est ensuite digéré dans un endroit abrité (Guillaumot, 2006). Dans des conditions de température et d'humidité optimales, elle peut prendre un repas de sang toutes les 48 heures. Ce repas lui permet chaque fois de développer une portée de plusieurs dizaines d'œufs (jusqu'à 200).

3-2-Phase aquatique

3-2-1-L'oviposition

Après avoir absorbé du sang, la femelle se pose dans un endroit abrité pour digérer son repas. Le stade ovulaire dure deux à trois jours dans les conditions de : température du milieu, pH de l'eau, nature et abondance de la végétation aquatique de même que la faune associée.

Selon **Rioux (1958)**, les œufs sont déposés sur substrat humide (*Aedes* et *Culiseta*) ou directement sur l'eau (*Culex*, *Culiseta*, *Anophèles*). Chez certaines espèces (*Aedes*), en l'absence de mise en eau, les œufs peuvent rester viables plusieurs années.

Dans l'eau, les œufs pondus isolés ou groupés par paquet de 50 à 200, vont flotter le temps que l'embryon se développe, environ une semaine en été, mais plusieurs mois en hiver. L'éclosion de chaque œuf donne une larve qui ressemble à un têtard microscopique et qui vit dans l'eau. La larve subit quatre mues avant de devenir une nymphe après six à dix jours selon la température de l'eau et la disponibilité en nourriture (**Guillaumot, 2006**).

3-2-2-L'émergence

L'émergence (**Fig .12**) se fait lorsque la nymphe s'étire, son tégument se fend dorsalement et, très lentement, le moustique adulte s'extirpe de l'exuvie, qui dure environ quinze minutes au cours desquelles l'insecte se trouve exposé sans défense face à de nombreux prédateurs de surface (**Rodhain et Perez, 1985**).

Après l'émergence, les mâles émergés en premier car il leur faut davantage de temps pour développer leurs glandes sexuelles (**Anonyme, 2003**), et les femelles s'accouplent. Puis les femelles se dispersent à la recherche d'hôtes alors que les mâles restent sur place et ne survivent que quelques jours. En moyenne, on estime qu'un moustique femelle vit 2 mois, pendant lesquels elle va pondre 5 fois 150 œufs. De son côté, le moustique mâle ne survivra que quelques jours.

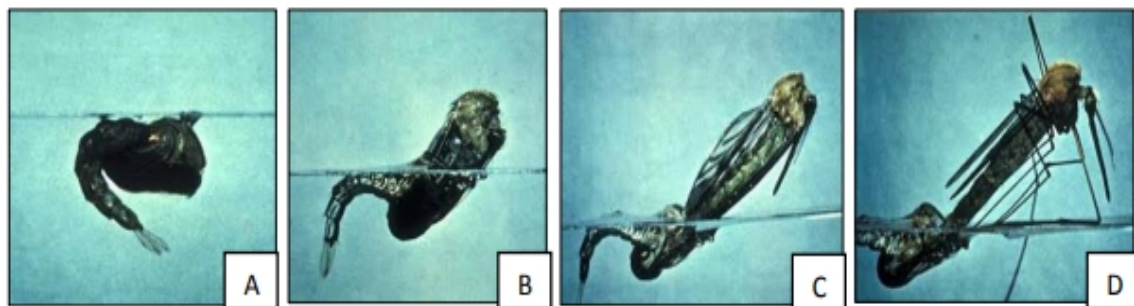


Figure 12 : Clichés de l'émergence d'un *Culex pipiens* (A à D : de la nymphe à l'adulte), (ARS-OI, 2011).

4-Rôle écologique

Habituellement, le nom des moustiques est associé à leur rôle de nuisance et de vecteur des maladies, mais en fait a d'autres rôles important dans les écosystèmes aquatiques et terrestres.

Les Culicidés représentent un maillon essentiel dans le fonctionnement d'un écosystème aquatique. En effet, par sa présence en grand nombre, il représente une biomasse importante dont se nourrissent de nombreux organismes (batraciens, poissons...). Ils sont ainsi un maillon important de la chaîne trophique des zones humides. De plus, leur régime alimentaire, les larves participent au processus de destruction de la matière organique puisqu'ils s'alimentent de très petites particules de matière organique morte (**Coldrey et Bernard, 1999 et Bourassa, 2000**). Les scientifiques ont démontré que les larves de moustiques jouent un rôle de filtre dans les écosystèmes aquatiques où elles se nourrissent de déchets et de micro-organismes, nettoyant ainsi les eaux.

Selon **Janet (2010)**, les adultes mâles et femelles se nourrissant de nectar de fleurs, ils participent à la pollinisation des plantes, au même titre que les autres Diptères, papillons ou Hyménoptères.

Les moustiques font partie de la diversité biologique et fonctionnelle des zones humides, où ils ont une valeur de bio-indicateur selon des biologistes (**Schäfer, 2004**) et (**Willott, 2004**). Toutes les espèces ne sont pas impliquées dans la transmission d'agents pathogènes, un grand nombre contribuent à maintenir la biodiversité des espèces et nécessite de ce fait des mesures de conservation.

5-Répartition des Culicidés

5-1-Répartition dans le monde

Les moustiques sont présents pratiquement dans tous les continents (**Clément, 1999**). Les moustiques se repartie dans les régions méditerranéennes, en Amérique, en Inde, en Europe septentrionale, en Europe méditerranéenne, en Asie et à Madagascar (**Senevet et Andarelli, 1963**).

Environ 3000 espèces des culicidae sont connues dans le monde (**Knight et Stone, 1977**), la faune de l'Afrique de nord est composé de 66 espèces appartenant à deux sous-familles, en 07 genres et en 17 sous-genres (**Brunhes et al. 1999**) dont sa richesse spécifique varie considérablement d'un pays à l'autre (**Brunhes et al. 2000**).

En France la faune Culicidienne est d'une vaste répartition et comprend 7 genres et 54 espèces représentées par les espèces montagneuses, les espèces méditerranéennes et nordiques (**Rageau et al, 1970**).

Chapitre 01 : Synthèse bibliographique

Au Maroc, 50 espèces de moustiques réparties entre 7 genres et 15 sous genres, ont été signalées depuis le début de siècle, dix d'entre elles sont restées douteuses ou signalées d'une manière incertaine : *Aedes pullatus*, *Aedes vittatus*, *Anophèles hyrcanus*, *Anophèles gambae*, *Culex apicalis*, *Culex fatigans*, *Culex territens*, *Culiseta litorea* et *Culiseta morsitans* (Trari et al, 2003).

5-2-Répartition en Algérie

En Algérie, les plus anciens travaux réalisés sur les Culicidae d'Algérie remontent au siècle dernier, les recherches effectuées ensuite par (Clastrier, 1941) constituent avec les travaux de Senevet et Andarelli (1954, 1956) une étape importante dans la connaissance de la faune Culicidienne Algérienne, et ce tableau (01) représente les espèces culicidiennes connue en Algérie.

Tableau 01 : Les espèces Culicidiennes connues actuellement en Algérie (Brunhes et al, 1999).

Sous famille des Anophelinae	Sous famille des Culicinae	
Genre <i>Anopheles</i>	Genre <i>Aedes</i>	Genre <i>Culex</i> , <i>Culiseta</i> et <i>Uranotaenia</i>
<i>Anopheles (Anopheles) algeriensis</i> Theobald, 1903	<i>Aedes (Stegomyia) aegypti</i> Linné, 1762.	<i>Culex (Maillotia) arbieeni</i> Salem, 1938.
<i>Anopheles (Cellia) cinereushispaniola</i> Theobald, 1903	<i>Aedes (Ochlerotatus) albineus</i> Seguy, 1923.	<i>Culex (Neoculex) deserticola</i> Kirkpatrick, 1924.
<i>Anopheles (Anopheles) claviger</i> Meigen, 1804	<i>Aedes (Ochlerotatus) berlandi</i> Seguy, 1921.	<i>Culex (Neoculex) hortensis</i> Ficalbi, 1924.
<i>Anopheles (Cellia) dthali</i> Patton, 1905.	<i>Aedes (Ochlerotatus) biskraensis</i> Brunches, 1999.	<i>Culex (Neoculex) impudicus</i> Ficalbi, 1889.
<i>Anopheles (Anopheles) labranchiae</i> Falleroni, 1926.	<i>Aedes (Ochlerotatus) caspius</i> Pallas, 1771.	<i>Culex (Culex) laticinctus</i> Edwards, 1913.
Senevet et Prunelle, 1927	<i>Aedes (Ochlerotatus) coluzzii</i> Rioux, Guilvard et Pasteur, 1998.	<i>Culex (Culex) mimeticu</i> Noe, 1899.
<i>Anopheles (Myzomyia) multicolor</i> Caamboliu, 1902.	<i>Aedes (Ochlerotatus) detritus</i> Halliday, 1833.	<i>Culex (Culex) perexiguus</i> Theobald, 1903.
<i>Anopheles (Anopheles) petragnanii</i> Del Vecchio, 1939.	<i>Aedes (Ochlerotatus) dorsalis</i> Meigen, 1830	<i>Culex (Culex) pipiens</i> Linné, 1758.
<i>Anopheles (Anopheles) plumbeus</i> Stephens, 1828	<i>Aedes (Ochlerotatus) echinus</i> Edwards, 1920.	<i>Culex (Culex) theileri</i> Theobald, 1903.
<i>Anopheles (Myzomyia) rufipesbroussesi</i> Edwards, 1929.	<i>Aedes (Finlaya) geniculatus</i> Olivier, 1791.	<i>Culex (Neoculex) territans</i> Walker, 1856.
<i>Anopheles (Myzomyia) rhodesiensisrupicola</i> Lewis, 1929.	<i>Aedes (Ochlerotatus) mariae</i> Sergent et Sergent, 1903.	<i>Culex (Barraudcus) modestus</i> Ficalbi, 1890.
<i>Anopheles (Myzomyia) sergentiisergentii</i> Theobald, 1907.	<i>Aedes (Ochlerotatus) pulcritarsis</i> Rondani, 1872.	<i>Culex (Barraudius) pussillus</i> Macquart, 1850.
<i>Anopheles (Myzomyia) superpictus</i> Grassi, 1899	<i>Aedes (Ochlerotatus) punctor</i> , Kirby, 1937.	<i>Culiseta (Culisella) fumipennis</i> Stephens, 1825.
	<i>Aedes (Ochlerotatus) quasirustus</i> , Torres ca' amares, 1951.	<i>Culiseta (Culisella) litorea</i> Shute, 1928.
	<i>Aedes (Aedimorphus) vexans</i> Meigen, 1930.	<i>Culiseta (Culisella) morsitans</i> Theobald, 1901.
	<i>Aedes (Aedimorphus) vittatus</i> Bigot, 1861	<i>Culiseta (Culiseta) subochrea</i> Edwards, 1921.
		<i>Culiseta (Culiseta) annulata</i> Chrank, 1770.
		<i>Culiseta (Allotheobaldia) longiareolata</i> Macquart, 1828.
		<i>Uranotaenia (Uranotaenia) anguiculata</i> , Edwards, 1913.

5-3-Biogéographie d'*Ae. Albopictus*

Aedes albopictus, connu sous le nom commun de moustique tigré, a été décrit pour la première fois par Skuse en 1894. Il est originaire des forêts d'Asie du Sud Est (Smith, 1956). A l'origine, son aire de répartition s'étendait depuis le nord de la Chine et du Japon jusqu'à l'Asie Tropicale. Puis, elle s'est étendue aux îles du Sud Ouest de l'Océan Indien et de l'Ouest du Pacifique (Hawley 1988). Depuis les années 1970, la distribution d'*Ae. albopictus* s'est progressivement étendue à plusieurs régions du monde (Benedict et al. 2007) (Tab .02). Aujourd'hui l'espèce est présente sur la plupart des continents et dans plus de 30 pays. Son expansion dans le monde est largement due à l'intensification des échanges internationaux. Dans les années 80, le commerce des pneus usagés entre le nord de l'Asie (notamment le Japon) et le reste du monde (Fig .13) a favorisé le transport de cette espèce au stade œuf et ainsi son introduction dans des régions jusqu'alors exemptes de sa présence (Reiter and Sprenger 1987, Reiter 1998).

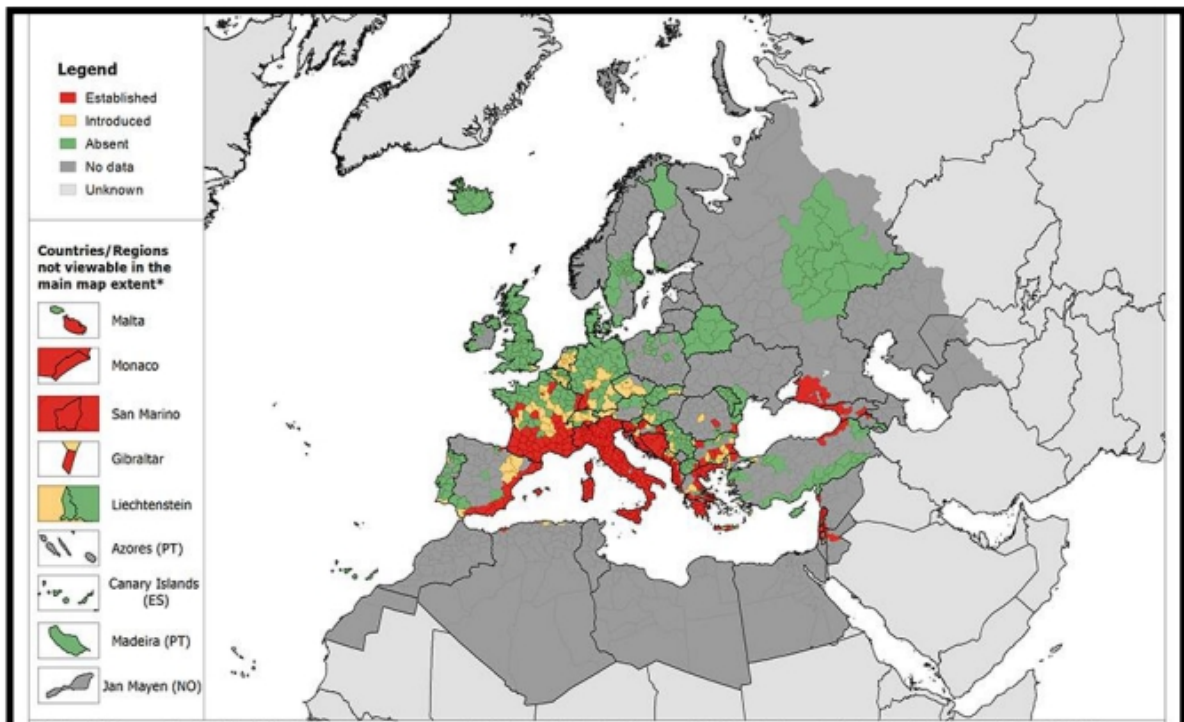


Figure 13: Carte de la distribution d'*Aedes albopictus* en Europe (ecdc.europa.eu).

6-Le comportement trophique des Culicidés

Est très différent entre les mâles et les femelles. Les mâles floricoles et saprophages, ils se nourrissent de nectar et d'eau, ce régime alimentaire indique la présence des pièces buccales rudimentaires.

Les femelles (hématophage) ont une préférence pour l'hôte qui servira à leur repas de sang .Les Culicidae hématophages montrent une formidable diversité dans les classes et espèces d'hôtes qu'ils

Chapitre 01 : Synthèse bibliographique

sélectionnent pour se gorger, à savoir humains, mammifères domestiques et sauvages, oiseaux, reptiles, amphibiens voire même d'autres insectes.

A l'échelle de l'espèce, un moustique hématophage peut sélectionner une classe de vertébrés, et à l'intérieur de la classe, une espèce d'hôte donnée. Cette tendance à sélectionner un type d'hôte est appelée préférence trophique (Clements, 1999).

D'autres espèces sont anthropophiles et piquent essentiellement l'homme (Roman, 1939, et 1955 ; Harant et al, 1955 et Ribeiro et al, 1988). Ces espèces montrent un tropisme net pour l'homme puisqu'elles restent très gênantes par leurs piqûres diurnes.

Tableau 02 : Pays envahis par *Ae. albopictus* lors de son expansion mondiale au cours de la deuxième moitié du XX^{ème} siècle.

Région	Pays	Années d'invasion	Sources (Références)
Amérique	Trinidad	1983	Benedict et al. 2007
	Etats Unis	1985	Benedict et al. 2007
	Brésil	1986	Benedict et al. 2007
	Mexique	1988	Benedict et al. 2007
	Barbades	1993	Benedict et al. 2007
	République Dominicaine	1993	Benedict et al. 2007
	Cuba	1995	Benedict et al. 2007
	Guatemala	1995	Benedict et al. 2007
	Honduras	1995	Benedict et al. 2007
	Salvador	1995	Benedict et al. 2007
	Bolivie	1997	Benedict et al. 2007
	Iles Cayman	1997	Benedict et al. 2007
	Argentine	1998	Benedict et al. 2007
	Colombie	1998	Benedict et al. 2007
	Paraguay	1998	Benedict et al. 2007
Panama	2002	Benedict et al. 2007	
Nicaragua	2003	Benedict et al. 2007	
Europe	Albanie	1979	Adhami & Reiter 1998
	Italie	1990	Sabatini et al. 1990
	France	1999	Schaffner and Karch 2000
	Belgique	2000	Schaffner et al. 2004
	Serbie et Monténégro	2001	Haddad et al. 2007
	Suisse	2003	Flacio et al. 2004
	Espagne	2004	Aranda et al. 2006
	Croatie	2004	Klobucar et al. 2006
	Bosnie Herzegovine	2005	ECDC 2006
	Grèce	2005	Samanidou et al. 2005
	Pays Bas	2005	Scholte & Schaffner 2008
Slovénie	2005	ECDC 2006	
Moyen Orient	Israël	2003	Benedict et al. 2007
	Liban	2007	Haddad et al. 2007
	Syrie	2007	Haddad et al. 2007
Océanie	Iles du Pacifique Sud	Années 50	Hawley 1988
	Australie	2005	Russell et al. 2005
Afrique	Afrique du Sud	1991	Cornel & Hunt 1991 *
	Nigeria	1991	Savage et al. 1992
	Cameroun	2000	Fontenille & Toto 2001
	Guinée équatoriale	2001	Toto et al. 2003
	Gabon	2007	Coffinet et al. 2007

7-Rôle pathogène

On désigne sous le terme de « vecteur » un arthropode hématophage capable de transmettre par des processus biologiques un agent pathogène d'un vertébré à un autre vertébré (CNEV, 2014). En effet, l'agent pathogène se reproduit et se développe au sein du vecteur, par le biais d'interactions biologiques avec celui-ci, en opposition aux vecteurs dits « mécaniques », qui peuvent transporter un agent pathogène d'un hôte vertébré à un autre, sans faire intervenir de processus biologique. La majorité des arthropodes d'importance médicale et vétérinaire appartiennent à la classe des insectes comme les moustiques et des arachnides comme les tiques (Mathison et Pritt, 2014).

Ces insectes hématophages transmettent des maladies parasitaires (comme le paludisme), ou virales (telles que la dengue, le chikungunya et le West Nile - ou virus du Nil occidental) (Tab .03). Les virus transmis par des arthropodes hématophages sont appelés des arbovirus. Ce terme dérive de la dénomination anglaise d'« arthropodborne virus ».

**Tableau 03 : Principales maladies grave transmises par les Culicidae.
(Bouda et Re kai, 2016).**

Maladies	Vecteur	Réservoir	Mode	Létalité	Morbidité	Tendance
Dengue	<i>Ae. aegypti</i> <i>Ae. albopictus</i>	Homme/vecteurs	Endémo- épidémique	Oui, en cas de circulation de sérotypes différents	Importante	En expansion
Chikungunya	<i>Ae. aegypti</i> <i>Ae. albopictus</i>	Homme singe/vecteurs	Epidémique	Faible	Importante	Epidémies récurrentes tous les 10- 20ans
Paludisme	<i>Anopheles</i>	Homme	Endémo- épidémique	Elevée pour P. flaciparum 5- 10 décès/an	Importante	Tendance à la baisse en Guyane et à Mayotte
Filariose lymphatique	<i>Aedes</i> <i>Anopheles</i> <i>Culex</i>	Homme	Endémique	Non	Peut-être importante et invalidante	En-régression
Maladie à virus Zika	<i>Ae. aegypti</i> <i>Ae. albopictus</i>	Inconnu	Endémique	Inconnu	Moins importante que la dingue	Epidémique avec un ralentissement

7-1-Le paludisme

La malaria ou paludisme est une maladie parasitaire qui pose un grand problème de santé publique (Samanidon et al, 1993).

Son aire d'exposition transcontinentale englobe l'Asie, l'Afrique, l'Amérique latine et centrale, l'Afrique subsaharienne fut la région la plus touchée avec 91% des décès par près de 584 000 morts en 2013 (OMS, 2015).

Le parasite Plasmodium se transmet exclusivement par des moustiques du genre *Anopheles*. Or ce genre comprend plus de 400 espèces distinctes se répartissant sur une très large zone géographique aussi bien dans l'hémisphère sud (Fig .14), notamment en Afrique Subsaharienne et en Amérique latine, que dans l'hémisphère nord, en Europe et en Amérique du Nord. A ce jour, on compte une soixantaine d'espèces vectrices, dont les plus efficaces se situent en Afrique où l'on recense 90% des cas de paludisme dans le monde (OMS, 2015).



Figure 14 : La carte des territoires affectés par le paludisme (Cdc, 2014).

7-2-La dengue

Selon Gulber (1998), le DENV est un flavivirus à ARN monocaténaire à polarité positive, est une maladie humaine, d'origine virale, elle est généralement bénigne mais sa forme hémorragique pour laquelle il n'existe ni médicament ni vaccin peut être mortelle (Schaffner et al, 2004). Transmise par l'espèce *Aedes aegypti*. C'est une maladie de la saison des pluies quand les moustiques pullulent (World Health Organization 2012a).

Son aire de répartition est extrêmement vaste puisqu'elle touche plus de 100 pays à travers le monde (Fig .15), soit près de la moitié de la population mondiale exposée (OMS, 2015). Cette pathologie a une diffusion très rapide. Ainsi, on estime que l'incidence mondiale a augmenté de plus de 30 fois au cours des 50 dernières années, provoquant chaque année 100 000 cas de dengue.

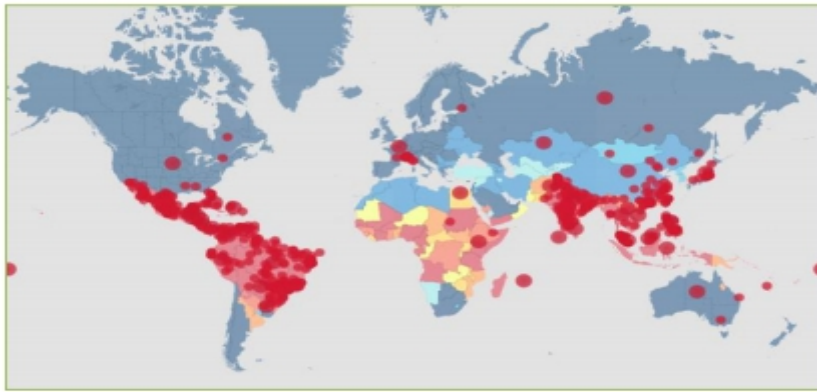


Figure 15 : Carte des territoires affectés par la dengue (Cdc ,2014).

7-3-Chikungunya

Le virus chikungunya est un alpha-virus transmis par les moustiques de genre *Ae. Albopictus* qui transmet préférentiellement un variant du CHIKV avec un changement d'un seul acide aminé, une alanine (A) par une valine (V), au niveau de l'acide aminé 226 d'une glycoprotéine E1 ECSA de l'Océan Indien (Schuffenecker et al., 2006).

La maladie est endémique principalement en Asie du Sud et en Afrique (Fig .16). En 2005, une importante épidémie de chikungunya a touché les îles de l'Océan Indien et notamment, l'Île de La Réunion, avec plusieurs centaines de milliers de cas déclarés. En 2007, la maladie a fait son apparition en Europe, où un des moustiques vecteurs, *Aedes albopictus*, s'est établi. Les premiers cas autochtones dans le Sud de la France ont été recensés en 2010. Fin 2013 et en 2014, le chikungunya s'est propagé aux Antilles et a atteint le continent américain (Ravi, 2006 ; Arankalle et al, 2007).

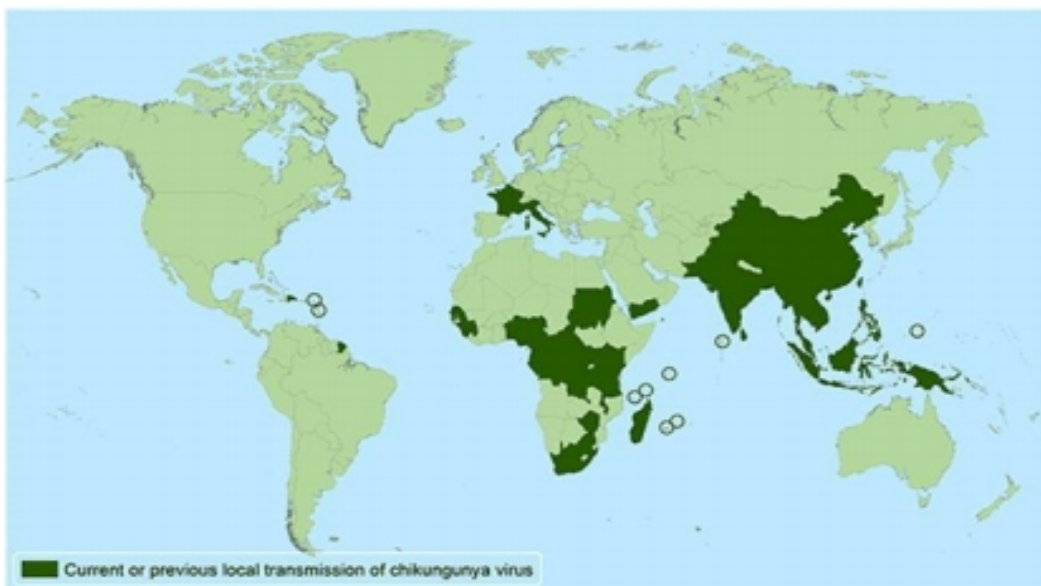


Figure16 : Carte des territoires affectés par Chikungunya (Oms, 2014).

7-4-La fièvre du West Nile

Chapitre 01 : Synthèse bibliographique

Le virus du Nil occidental (en anglais : West Nile virus) est un virus de la famille des flaviviridae et du genre Flavivirus (qui comprend également le virus de la fièvre jaune, le virus de la dengue, le virus de l'encéphalite de Saint Louis et le virus de l'encéphalite japonaise). On le retrouve à la fois dans les régions tropicales et les zones tempérées.

Parmi les personnes infectées, 80% ne développent pas de symptômes (**World Health Organization, 2011**). Zoonose essentiellement aviaire, l'Homme et le cheval sont occasionnellement des hôtes accidentels, ne contribuant pas à la transmission du virus (**Oliva, 2012**).

Chapitre 02 : Matériel et Méthodes

Ce chapitre vise la présentation et la description des stations d'études (Situation géographique, considération bioclimatique), les méthodes et techniques utilisées sur terrain ainsi que celles utilisées au laboratoire et les méthodes d'exploitation des résultats par les différents indices de composition et de structure des communautés.

1- Présentation de la région d'étude

1-1-Situation géographique

La Wilaya de Tlemcen, située à l'extrême ouest algérien, s'allonge du nord au sud avec une latitude entre 34° et 35° 21' Nord et une longitude entre 1° 20' et 2° 30' Ouest. Elle s'étend sur une superficie de 12246 Km². La Wilaya de Tlemcen regroupe actuellement 20 Daïra et 53 communes.

La région d'étude est limitée géographiquement par :

- Au Nord par la mer méditerranée,
- Au sud par la wilaya de Naama,
- A l'ouest par la frontière Algéro-Marocaine,
- A l'Est par la wilaya d'Ain Temouchent,
- Au Sud Est par la wilaya de Sidi Bel Abbès,

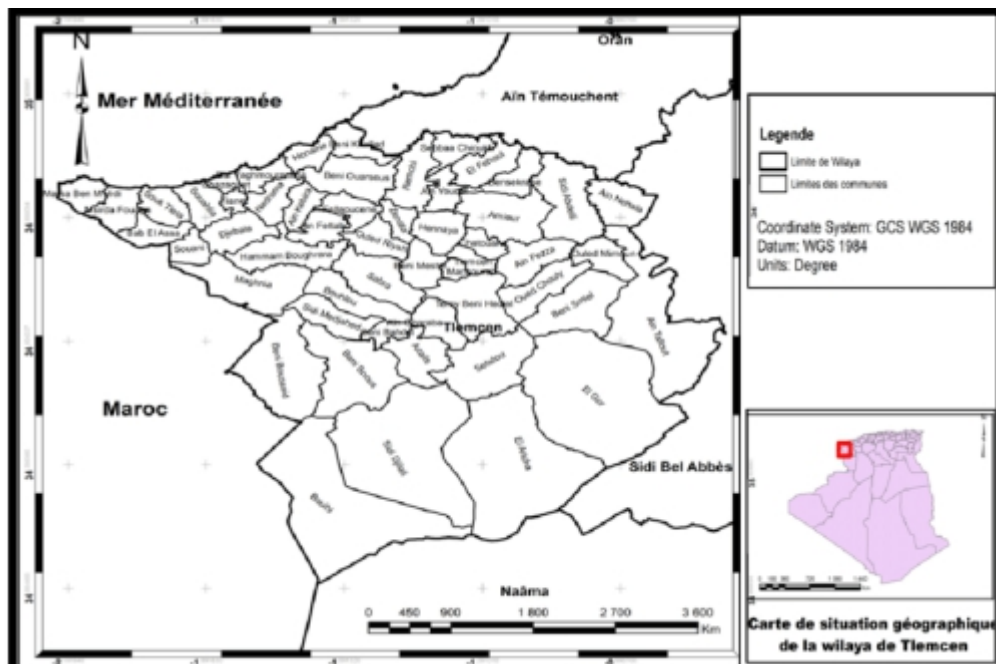


Figure 17: Situation géographique de la wilaya de Tlemcen (www.researchgate.net).

Chapitre 02 : Matériel et méthodes

Nous avons choisi la région de Maghnia pour la confirmation de la présence de *Aedes albopictus*. Le territoire de La daïra de Maghnia est l'une des vingt daïras que compte la wilaya de Tlemcen, la deuxième par ordre d'importance avec une surface de 461000Km² (Kebbas, 2006).

Le territoire de la commune de Maghnia est situé au nord-ouest de la wilaya de Tlemcen, située à l'extrême Nord-ouest de l'Algérie, de 1°43'54'' longitude Ouest et 34°51'12'' de latitude Nord. Elle est limitée au Nord par Djebala et Hammam Boughrara, à l'Est par Bouhlou, à Sud par les monts de Tlemcen, Béni-Snous et Béni-Bahdel, et à Sud-est par la Daïra de Sabra, à l'Ouest par la frontière Algéro-marocaine.



Figure 18 : Localisation de la région de Maghnia.

(wikipedia.org/wiki/Maghnia)

L'étude est menée dans trois endroits limitrophes de la commune de Maghnia, qui sont portées dans le tableau suivant :

Tableau 04 : position géographique des stations d'étude.

Les stations	Longitude	Latitude	L'altitude	Distances
Maghnia (ville)	1°43'54''W	34°51'12''N	427 m	Centre ville de Maghnia.
Hammame boughrara	1° 38' 22''W	34°53'37''N	253 m	Situé à 11 km loin de la ville de Maghnia-Nord
Hammame Chiguer	1°44'40.16'' W	34°52'51.77''N	349 m	Situé à 5km loin de la ville de Maghnia-Nord-Ouest.

1-2-Considération bioclimatique

Le climat joue un rôle déterminant par ses différents facteurs (la température, la pluviosité, le vent et l'humidité), ces facteurs climatiques agissent soit directement ou indirectement sur la vie et la répartition des êtres vivants.

Selon **Dajoz (1975)**, tous les insectes sont soumis dans leur milieu où ils vivent aux actions d'agents climatiques très variés qui conditionnent leur action et leur répartition géographique, la température et la précipitation sont l'un des facteurs les plus importants.

Pour étudier ces éléments nous nous sommes basés sur les données météorologiques de la région de Maghnia :

1-2-1-Températures

D'après **Ramade (2009)**, la température contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et communautés d'êtres vivants dans la biosphère, donc est un facteur limitant très important.

La température corporelle des insectes dépend de la variation de la température extérieure donc sont des animaux ectothermes, par conséquent tous les aspects de leur biologie, comme la vitesse de développement, le rythme d'activité, la répartition géographique, sont gérés par la température (**Dajoz, 2010**).

La température minimale nécessaire pour le cycle larvaire des culicidés doit être supérieure ou égale à 11°C (**Sinegre, 1974 ; Metge, 1986**), nous remarquons aussi que les températures élevées accélèrent le rythme de développement des culicidés, et le froid le ralentit (**Chauvin, 1956 ; Metge, 1977**).

1-2-2-Précipitations

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres (**Ramade, 1984**). Elle influe en premier lieu sur la flore et agit également sur le comportement alimentaire, sur la reproduction et sur la biologie des espèces.

La région de Maghnia est caractérisée par l'irrégularité des pluies, elles sont rares vers l'est et le sud dans les faciès méridionaux, et plus abondantes sur la façade nord des monts exposés aux vents humides d'origine maritime.

Le tableau suivant représente les données météorologiques de dernières cinq années (2016-2020) des deux principaux paramètres climatiques (les températures et les précipitations) de la station météorologique Maghnia.

Tableau 05 : les données climatiques de la station de Maghnia (Période 2016-2020)
(www.infoclimat.fr).

	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
T moyennes (°C)	10,4	12,1	13,5	16,0	19,5	23,7	27,8	27,9	24,3	19,7	14,7	11,8
T minimale (°C)	4,0	5,4	6,8	9,4	12,2	15,7	19,4	19,8	16,7	12,4	8,3	6,0
T maximale (°C)	16,2	18,6	20,1	22,5	26,9	31,6	36,1	36,0	31,8	27,0	20,8	17,2
Précipitations (mm)	43,0	17,4	34,1	58,8	23,1	4,8	1,3	3,7	7,2	31,8	32,2	35,5

La température moyenne annuelle calculée sur cette période de cinq ans est de 18.45°C. La plus basse température moyenne mensuelle est de 10.4°C enregistrée au cours du mois de Janvier (le mois le plus froid) et la plus élevée est de 27.9°C notée au cours du mois d’Août (le mois le plus chaud).

Au cours du mois de janvier, les températures minimales sont de l’ordre de 4°C et atteignent une valeur maximale 19.8°C durant le mois de d’Aout. Alors que les moyennes des températures maximales oscillent entre un minimum de 16,2 et 36.1°C. Ces valeurs de température attestent sur les conditions climatiques assez chaudes qui sont favorables à la prolifération des Culicides en générale et *Ae. albopictus* en particulier.

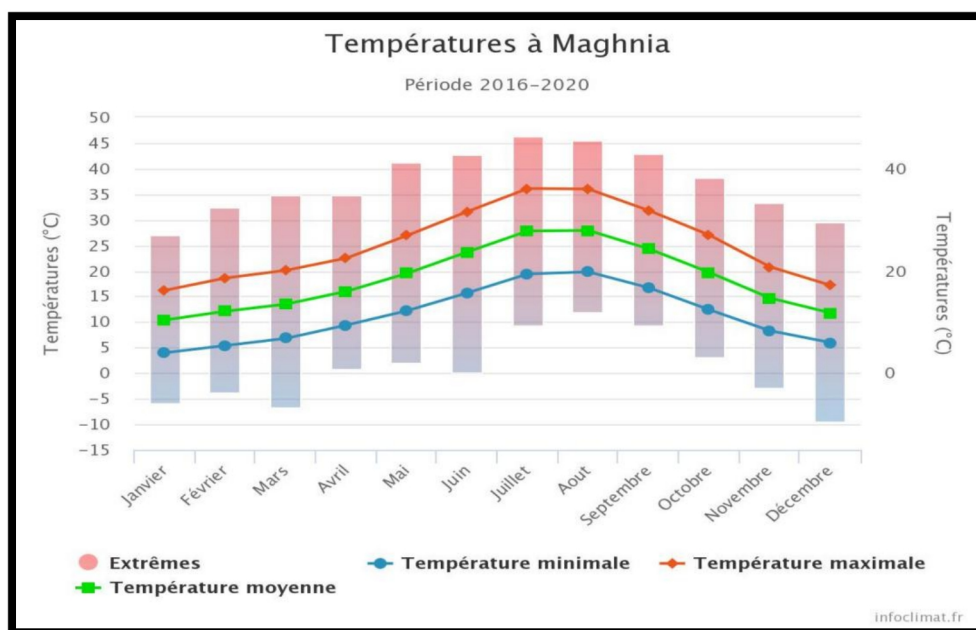


Figure 19 : Températures moyennes de Maghnia (2016-2020).

Le tableau ci-dessus montre que le mois le plus pluvieux durant les cinq dernières années est le mois d'avril avec 58.8 mm (le mois le plus humide), alors que le moins pluvieux est le mois de juillet avec 1.3 mm seulement (le mois le plus sec).

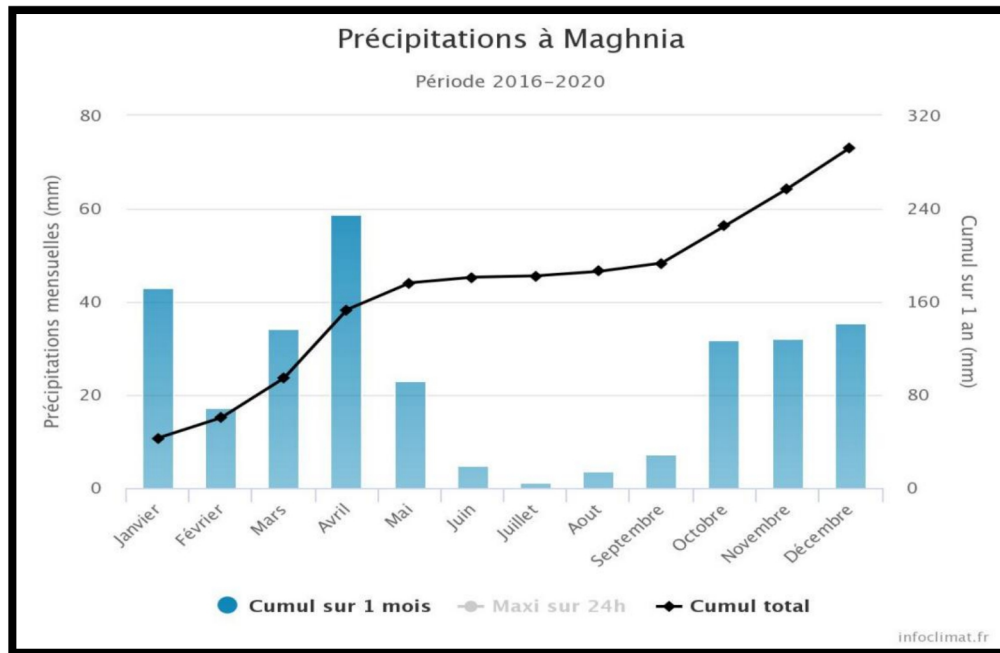


Figure 20 : Précipitations moyennes de Maghnia (2016-2020).

1-2-3-Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson

Le diagramme mis au point par Gausson et Bagnouls permet de visualiser les périodes sèche et humide d'une région ou d'un lieu. Sur ce diagramme, les températures moyennes mensuelles en °C sont portées à gauche et les précipitations moyennes mensuelles en mm sont portées à droite, l'échelle des précipitations est double de celles de températures ($p=2T$). Quand la courbe des précipitations se trouve en dessous de celle des températures les périodes sont dites sèches. La durée de la période sèche est en relation direct avec la durée de submersion et la dynamique du plan d'eau (Ramade, 2003). La figure (fig.21) après donne cette représentation pour la station de Maghnia.

Sur cette figure, apparaît deux période sèche de sept mois, qui s'étend du début du mois de mai jusqu'à la fin octobre et aussi au mois de février, et une période humide qui débute du mois du novembre et se termine au mois d'avril.

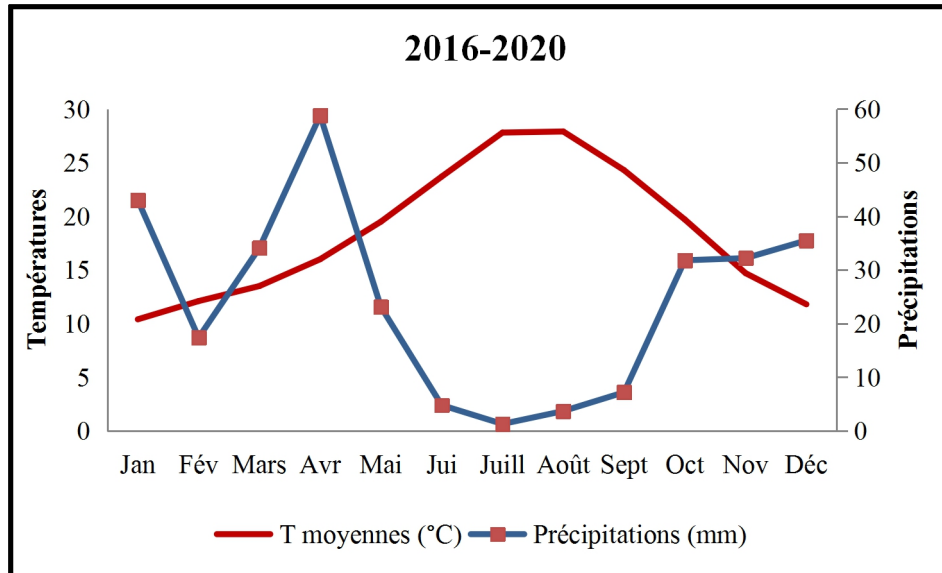


Figure 21 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1957) de la station de Maghnia (2016-2020).

1-2-4- Indice et Climagramme d'EMBERGER

Selon Dajoz (2003), le système d'Emberger permet la classification des différents climats méditerranéens (humide, sub-humide, semi-aride, aride et saharien) ainsi que les variantes de chaque étage (hiver froid, frais, tempéré, et chaud). Le quotient pluviothermique d'Emberger est déterminé selon la formule suivante :

$$Q2 = 2000P / M^2 - m^2$$

Q2 : quotient pluviométrique modifié d'Emberger.

M : moyenne des températures maximales journalières du mois le plus chaud, en kelvins.

m : moyenne des températures minimales journalières du mois le plus frais, en kelvins.

P : cumul pluviométrique annuel, en millimètres.

Le quotient pluviothermique d'Emberger est calculé pour une période de cinq ans pour la région de Maghnia qui égale à 455.09 avec m égale à 4°C de ce fait la région d'étude appartient à l'étage bioclimatique semi aride avec l'hiver doux.

Tableau 06 : Caractéristiques méso-climatiques de Maghnia.

Paramètres climatiques	P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q2	étage bioclimatique
2016-2020	292.9	36,1	4,0	35.50	Semi aride à hiver doux

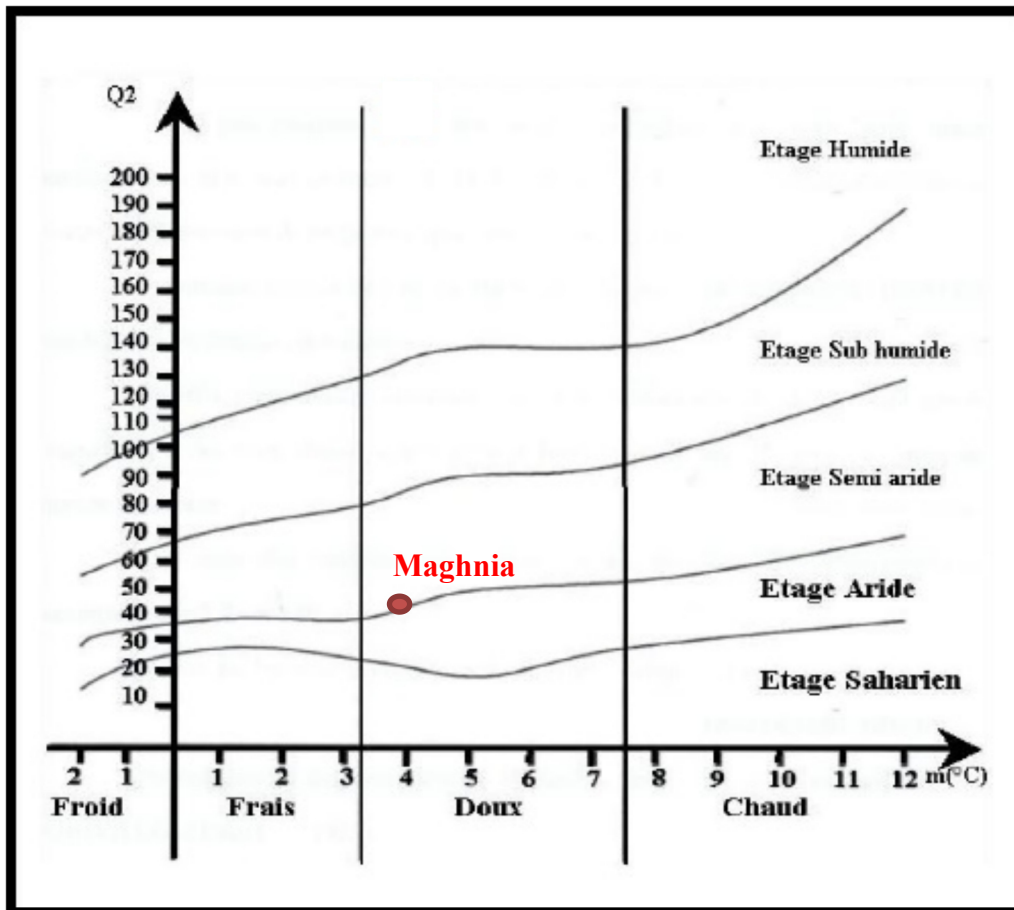


Figure 22 : Position de la station de maghnia sur le climagramme d'Emberger (1952).

2- Etude des paramètres physico-chimiques de l'eau des gites

14 paramètres physico-chimiques (Température, pH, conductivité et oxygène dissous potentiel redox, salinité, turbidité, nitrates, nitrites, phosphate, cuivre, magnésium, manganèse et dureté calcique) sont mesurés après prélèvement d'eau dans chaque gite pour mieux cerner les conditions physicochimiques de l'eau où se développent les Culicidae.

Les mesures sont réalisées à l'aide d'un appareil multi-paramètre marque WTW 340i et un photomètre Wagtech WTD 7100, un pHmètre MODEL PHS-3E et un multi-paramètre Hanna type HI83099.

Les paramètres mesurés à l'aide d'un photomètre sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 07 : paramètres physico-chimiques mesuré à l'aide d'un photomètre.

Paramètre	Formule chimique	Unité
Turbidité		FTU
Nitrate	NO ₃	Mg/l
Nitrite	NO ₂	Mg/l
Durite calcique	CaCO ₃	Mg/l
phosphate	PO ₄	Mg/l
Cuivre	Cu	Mg/l
Manganèse	Mn	Mg/l
Magnésium	Mg	Mg/l

Les paramètres mesurés à l'aide de multi-paramètre Wagtech WTD 7100 sont les suivants :

- Température exprime par degrés Celsius (°C),
- Oxygène dissous exprimé par mille gramme par litre (mg/l)

Les paramètres mesurés à l'aide de multi-paramètre ph mètre MODEL PHS-3E sont les suivants :

- Potentiel Hydrogène pH
- Conductivité exprimée par micro-siemens/cm (mS/cm)
- Potentiel redox exprimé par mV

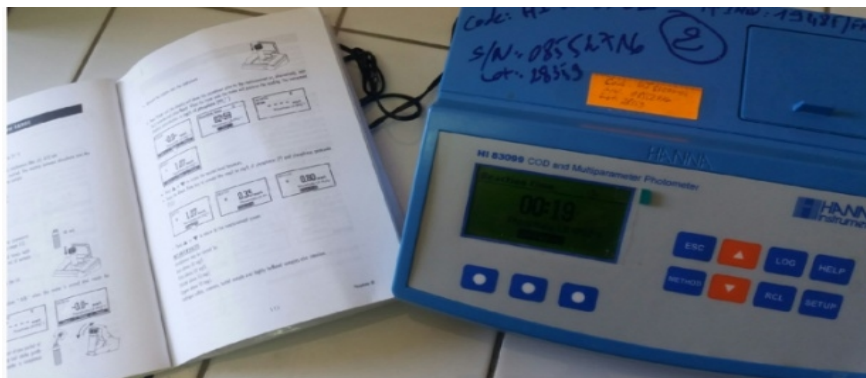
On a utilisé multi-paramètre HI83099 pour mesurer le phosphate.



Multi-paramètre WTW 340i



pHmètre MODEL PHS-3E



Multi-paramètre HI83099

Figure 23 : Les appareils utilisés pour mesurer les paramètres physico-chimique.

3- Méthodes d'étude

3-1-Méthodes de prospection

La collecte des larves de Culicidae a été réalisée par deux méthodes, la première méthode est la Technique de collecte directe et la deuxième méthode consiste à placer des gîtes dans les trois stations.

La Technique de collecte directe consiste à rechercher des gîtes déjà existants dans les trois régions, nous avons identifié 8 gîtes (2 citernes, 3 réservoirs et 3 barils), les caractéristiques de ces gîtes sont portées dans le tableau 8.

Une louche de capacité de 20ml a été utilisée pour le prélèvement des larves et des nymphes, le principe consiste à plonger la louche dans l'eau puis la déplacer avec un mouvement uniforme en évitant les remous car elles sont très sensibles à la variation de la lumière et de permettre aux larves plongeant de remonter. On prend trois coups lors de chaque prélèvement pour obtenir un même volume d'eau soit 60ml, ce qui permet d'estimer les densités larvaires.

La deuxième méthode est dépend du placer les gîtes dans ces trois localités, nous avons places 10 gîtes, mais nous avons trouvé les larves qu'à quatre gîtes seulement (1 bassine, 1 pneu, 2 seau). Chaque gîte est remplie avec une hauteur d'eau de 30cm, puis on ajoute matière organique et minérale pour créer un milieu favorable et attractif pour les moustiques, chaque fois que le niveau d'eau diminue sous l'effet de température, nous l'ajoutons jusqu'à 30cm. Quand on remarque la présence des larves, l'eau est déversée totalement dans une bassine blanche pour permettre la collecte de toutes les larves présentes.

3-2-Technique de prélèvements

Durant la période s'étendant d'avril à juin de l'année 2021, les prélèvements faunistiques concernant la famille des Culicidés ont été effectués dans notre région d'étude avec une fréquence de sortie d'une fois par semaine.

Une fois le travail du terrain achevé, les larves collectées sont transportées dans des bouteilles en plastiques ou en verre trouées au niveau des bouchons pour permettre à l'air de se renouveler pour la respiration des larves. Chaque bouteille est identifiée avec les informations du gîte (la date, le nom de gîte, le nom de la station et le nombre des larves).

Pour les prélèvements, on a utilisé le matériel suivant :

- Bocaux
- Louche
- Cuillère
- Bassine blanche

Tableau 08 : Les caractéristiques des gîtes créés selon les trois stations d'étude.

Lieu géographique	Type de gîte	Caractéristiques
Maghnia	Seau 1	Hauteur : 40cm. Profondeur : 10cm Placé dans un jardin d'une maison ensoleillée avec présence de végétation L'eau de couleur vert.
	pneu	Hauteur : 5 cm. Profondeur : 4cm. Placé dans le toit d'une maison. ensoleillé. Absence de végétation.
Boghrara	bassine	Hauteur : 30 cm. Profondeur : 15cm. Placé proche de l'espace familiale de hammme Boghrara. Ensoleillée, présence de végétation. L'eau de couleur vert.
Chiguere	Seau 2	Hauteur : 35 Profondeur : 10cm. Placé dans une maison abandonnée. Ensoleillé. Végétation moyenne L'eau de couleur marron.

Tableau 09 : Caractéristiques des gites prospectés.

Localité Matière organique	Type de gîte	Profondeur de l'eau (m)	Aspect de l'eau	Matière organique
Maghnia	Citerne 1	0.7	Claire	faible
Maghnia	Baril 1	0.5	Trouble	important
Maghnia	Réservoir 2	1.5	Trouble	faible
Maghnia	Réservoir 3	1	Claire	faible
Boghrara	Réservoir 1	2	Claire	moyen
Boghrara	Baril 2	0.3	Trouble	important
Chiguere	Baril 3	0.8	Claire	moyen
Chiguere	Citerne 2	1.5	Claire	faible



Figure 24 : Photos des gites prolifiques rencontrés.

3-3- Travail au laboratoire

La méthode utilisée au laboratoire consiste à la préparation et le montage des larves qui l'on trouve sur le terrain puis la détermination ou l'identification de ces larves en utilisant le logiciel d'identification des Culicidés d'Afrique méditerranéenne établi par l'IRD de Montpellier (**Brunhes et al, 2000**).

Les larves apportées au laboratoire sont à différents stades de développement, mais selon **Rioux (1958)**, seulement les larves du 4^{ème} stade sont prises en compte pour l'identification des espèces. Les

larves de stades L1, L2 et L3 ainsi que les nymphes sont placés dans des cages de dimensions 30x30x35cm pour se transformer a des adultes.

Pour identifier les espèces, on passe par deux étapes : le montage et l'identification des espèces.

3-3-1-Matériel utilisé

Le montage des larves et des adultes et l'identification des espèces nécessitent le matériel suivant :

- Des tubes à hémolyse contenant de l'alcool à 70° pour la conservation les larves du 4ème stade d'un même gîte.
- Les produits chimiques utilisés pour le montage des larves du 4^{ème} stade sont Eu kit, Alcool à 70°, Hydroxyde de Potassium, l'acide acétique et de 30g d'hydrate de chloral.
- Nous avons utilisé pour l'observation des larves et des adultes le loupe binoculaire (OPTIKA) et microscope (ZEISS).
- Les produits consommables sont les lames, les lamelles, pipettes et boite de pétri et pinces entomologiques.



Figure 25 : Matériel utilisé pour le montage.

3-3-2-Le montage des larves du 4^{ème} stade

L'identification des larves de 4^{ème} stade nécessite un traitement préalable des larves afin de permettre l'observation des différents critères d'identification.

La 1^{ère} étape est mettre les larves dans une solution d'Hydroxyde de Potassium préparée à partir de 100ml d'eau distillée et 20g de KOH pendant deux heures, puis on aspire cette solution à l'aide d'une pipette et on ajoute l'eau distillée pendant 30 minutes pour débarrasser des traces de potasse, on aspire encore une fois l'eau distillée, et enfin on verse la solution de Marc André préparée à partir de 30ml d'eau distillée, de 30ml d'acide acétique et de 30g d'hydrate de chloral, et on laisse pendant une heure.

Les larves sont placées entre lame et lamelle dans une goutte de l'Eukit pour fixée la lamelle et puis les larves seront posées sur la face ventrale sous loupe binoculaire.

3-3-3-Le montage d'un moustique adulte

Premièrement, nous anesthésions les spécimens adultes des moustiques qui existent dans la cage, en utilisant de l'éther et du coton pour qu'il ne sort pas, en suit les déposés sur une plaque de polystyrène pour une bonne manipulation sous la loupe binoculaire, il faut les placer sur sa face dorsale puis on passe une épingle entomologique minutie à travers le thorax et la planter dans la plaque. Finalement, à l'aide d'une fine épingle, séparer les ailes et les pattes, pour une meilleure observation lors de l'identification.

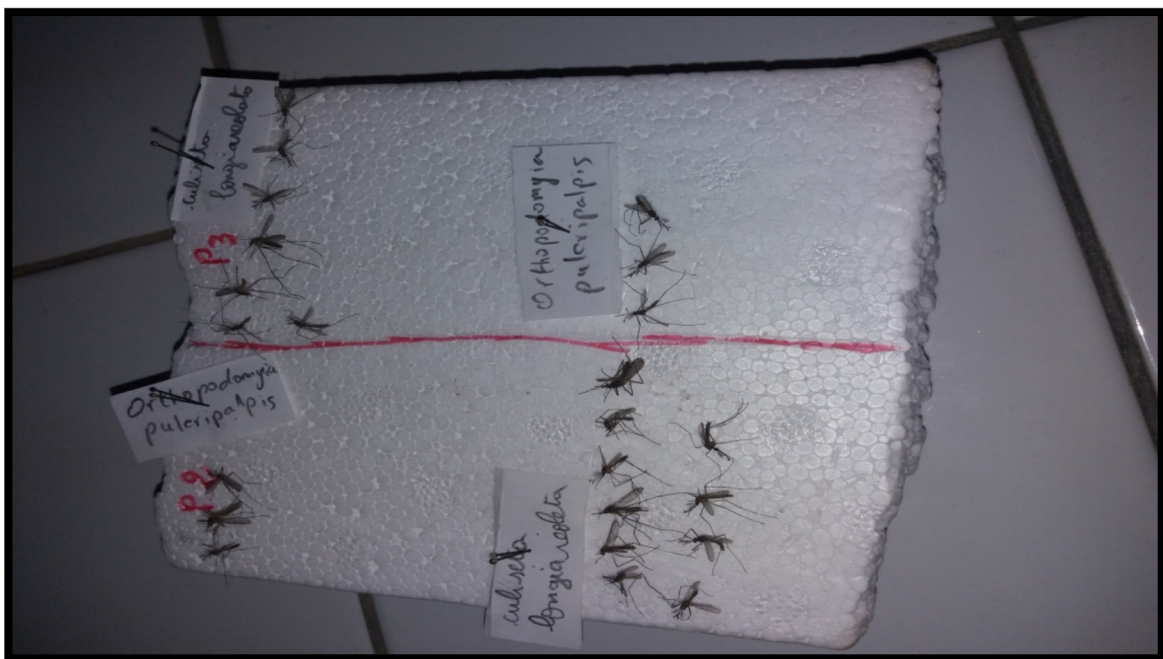


Figure 26 : montage d'un moustique adulte.

3-3-4-L'identification des espèces

L'identification des espèces se fait à partir des larves posées entre lame et lamelle avec l'aide de l'observation sous microscope, et les adultes par une observation sous la loupe binoculaire, et on utilise logiciel d'identification des Culicidés d'Afrique méditerranéenne établi par l'IRD de Montpellier (**Brunhes et al, 2000**) pour faciliter notre travail. Enfin nous extrairons le nombre de chaque espèce que chaque gîte contient. On mentionne le genre et l'espèce sur une fiche technique des données avec des codes sur chaque lamelle pour les larves, et sur des étiquettes sur la plaque de polystyrène pour les adultes.

4-Exploitation des données

Pour bien exploiter les données obtenus, nous avons effectué des analyses de la distribution d'abondance et utilisé des indices écologiques notamment ceux indicateurs de la biodiversité et descripteurs de la composition (richesse spécifique) et de structure (diversité, occurrence, similitude, équitabilité).

4-1-Indices de composition

Les indices écologiques de composition sont la richesse spécifique, la fréquence centésimale ou abondance relative; la diversité et l'indice d'occurrence.

➤ Richesse spécifique S

Elle représente un des paramètres fondamentaux caractéristique d'un peuplement (**Muller, 1985**). Selon **Benyacoub et Chabi (2000)**, la richesse totale est le nombre total d'espèces constatées au cours d'une série de n relevés dans un milieu, donc S est le nombre des espèces obtenu à partir du nombre total des relevés.

➤ L'abondance relative

L'abondance relative est une mesure de base en écologie, L'abondance d'un organisme est le nombre total de cet organisme ou le nombre d'organismes par unité d'espace (**Anonyme, 2008**). Selon Dajoz (2000), L'abondance relative est le pourcentage des individus de l'espèce (n_i) par rapport au total des individus N. Elle se calcule comme suit :

$$C = (n_i / N) \times 100$$

Avec :

n_i : nombre d'individus de l'espèce i

N : nombre totale des relevés effectués

➤ L'indice de Margalef

Cet indice se base sur l'observation que si le nombre d'individus croît plutôt selon une progression géométrique, le nombre d'espèces croît plutôt selon une progression arithmétique. L'indice de Margalef est défini par la formule :

$$D = (ni-1)/\log N$$

ni: nombre d'individus d'une espèce de rang (i).

N : nombre total d'individus.

4-2-Indices de structure

Les indices de structure montrent l'aspect qualitatif de l'entomofaune étudiée. Il s'agit de la diversité de SHANNON-WEAVER, Simpson ainsi que l'équitabilité.

➤ Indice de diversité de Shanonn-Weaver

D'après **Barbault (2008)**, la diversité spécifique est mesurée par différents indices dont le plus utilisé est celui de Shannon-Weaver. Il est calculé par la formule suivante :

$$H' = - \sum (Pi \times \log_2 Pi)$$

Pi : la fréquence relative de l'espèce ou $Pi = ni / N$

ni : nombre d'individus d'un espèce donnée.

N : nombre total d'individus.

Cet indice est défini comme étant la probabilité d'occurrence d'un événement (**Ramade, 1984**).

La valeur donnée par cette formule est une information exprimée en bits. La diversité ne varie pas seulement en fonction du nombre d'espèces présentées mais aussi en fonction de leur abondance relative (**Anonyme, 2008**).

D'après **Blondel (1979)**, elle est maximale quand toutes les espèces du peuplement sont représentées par le même nombre d'individus. Par contre, si la diversité est faible on parle d'un peuplement pauvre en espèces.

➤ Indice de Simpson

L'indice de Simpson mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce :

$$D = \sum Ni (Ni-1) / N (N-1)$$

Ni : nombre d'individus de l'espèce donnée.

N : nombre total d'individus.

Cet indice aura une valeur de 0 pour indiquer le maximum de diversité, et une valeur de 1 pour indiquer le minimum de diversité. Dans le but d'obtenir des valeurs « plus intuitives », on peut préférer

l'indice de diversité de Simpson représenté par 1-D, le maximum de diversité étant représenté par la valeur 1, et le minimum de diversité par la valeur 0 (Schlaepfer, Bütler, 2002). Il faut noter que cet indice de diversité donne plus de poids aux espèces abondantes qu'aux espèces rares. Le fait d'ajouter des espèces rares à un échantillon, ne modifie pratiquement pas la valeur de l'indice de diversité.

➤ L'équitabilité de Pielou J'

L'indice d'équitabilité (E) correspond au rapport de la diversité observée (H') à la diversité maximale (H' max) (Weesi et Belemsobgo, 1997). Il est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$E = H' / H' \text{ max ou } H' \text{ max} = \text{Log}2S$$

S: La richesse totale

L'équitabilité J' varie de 0 à 1, elle tend vers 0, quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une ou deux espèces dominantes, elle est de l'ordre de 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance. Insensible à la richesse spécifique, il est très utile pour comparer dans notre étude les dominances potentielles entre les différents niveaux de végétation ou entre dates d'échantillonnage.

➤ La fréquence d'occurrence ou constance des espèces

Appelée aussi indice de constance au sens de Dajoz (1976), la fréquence d'occurrence est le rapport exprimé sous la forme d'un pourcentage du nombre de relevés contenant l'espèce prise en considération sur le nombre total de relevé (Dajoz, 1971). Elle est calculée par la formule :

$$C (\%) = 100 P_i/P$$

P_i : Le nombre de prélèvement où l'espèce est présente

P : Le nombre total des prélèvements

En fonction de la valeur de C (%), nous qualifions les espèces de la manière suivante :

- Des espèces omniprésentes si $C = 100 \%$
- Des espèces constantes si $75\% \leq C \leq 100\%$.
- Des espèces fréquentent si $50\% \leq C \leq 75\%$.
- Des espèces commune si $25\% \leq C \leq 50\%$.
- Des espèces accessoire si $5\% \leq C \leq 25\%$.
- Des espèce accidentelle si $C < 5 \%$

➤ L'indice de similitude de Jaccard et dendrogramme correspondant

Les indices de similitude évaluent la ressemblance entre deux relevés en faisant le rapport entre les espèces communes aux deux relevés et celles propres à chaque relevé. Cette analyse permet de rationaliser le classement des relevés par ordre d'affinité, afin d'obtenir une représentation synthétique de l'organisation. L'analyse se fonde sur l'usage d'un des coefficients de communauté de Jaccard (**Ramade, 2003**). Il est calculé par l'expression suivante :

$$J = c / (a+b+c)$$

a : nombre des espèces présentes uniquement dans relevé a.

b : nombre des espèces présentes dans relevé b uniquement.

c : nombre d'espèces communes.

Nous avons utilisé ce coefficient pour comparer la composition spécifique en espèces. Des différentes stations prises deux à deux. Plus les valeurs de ce coefficient sont proches de 1 plus les deux stations comparées sont qualitativement semblables. Le dendrogramme issu de la classification hiérarchique (CAH) réalisé grâce au logiciel past a pour but de comparer la composition faunistique des gîtes et d'expliquer la cohabitation des espèces comme il permet de représenter graphiquement le degré de ressemblance des communautés des 12 gîtes étudiés.

Chapitre 03 : Résultats et discussion

1-Analyse de la composition et structure des peuplements récoltés

1-1-Composition taxonomique du peuplement culicidien récolté

Durant la période d'étude étalée sur trois mois, nous avons établi une liste des espèces de Culicidae récoltées et déterminées dans la région Maghnia,

A partir du 12 gites on a obtenue une collection totale de 1067 individus, quatre espèces de la famille des Culicidae ont été identifiées réparties dans une sous-famille, trois tribus, trois genres et quatre sous-genres .Les prospections menées n'ont pas abouti donc à déceler *Aedes albopictus* dans notre aire d'étude.

Tableau 10 : composition du peuplement de Culicidae récoltés.

Sous-famille	Tribu	Genre	Sous-genre	Espèce	Effectifs
Culicinae	Culisetini	<i>Culiseta</i>	Allotheobaldia	<i>Culiseta longiareolata</i> Macquart, 1838	907
			Culiseta	<i>Culiseta annulata</i> Schrank, 1776	117
	Aedini	<i>Aedes</i>	Ochlerotatus	<i>Aedes detritus</i> Culex detritus Halliday, 1833	9
	Orthopodomyiini	<i>Orthopodomyia</i>		<i>Orthopodomyia. pulcripalpis</i> Rondani, 1872	31

La figure 27 montre l'importance relative des différents rangs zoologiques composants le peuplement global récolté (famille, genre et sous genre et espèces). Ce dernier est représenté par une seule famille, c'est la famille des culicinae qui emporte le nombre totale d'individus et en nombre d'espèce avec 100% du peuplement global.

Le genre *Culiseta* l'emporte avec 96%, ils sont les plus dominants suivis par les individus de la tribu des Orthopodomyiini et genre *Orthopodomyia* avec 3% alors que les individus du genre *Aedes* ne représentent que 1%. On retient donc la dominance des genres *Culiseta* et *Orthopodomyia* et à moindre importance le genre *Aedes*.

Trois sous genres sont identifiés présentant des proportions également très variables. Le sous genre Allotheobaldia se démarque avec un maximum d'individus récoltés et représenté par la plus forte valeur (85%) suivi par le sous genre Culiseta représenté par 11% puis par le genre *Orthopodomyia*,

avec 3%. Le sous genre restant *Ochlerotatus* est très peu représenté, le pourcentage enregistrés reste relativement très faible (Fig. 27).

Les quatre espèces récoltées au cours de ce travail affichent des effectifs très variables (Fig. 27). L'espèce *Culiseta longeriolata* est représentée en grand nombre et totalise à elle seule 85% du peuplement global récolté. Les autres espèces restent relativement moins importantes, nous notons la succession décroissante des effectifs allant de *Cs. annulata* à la plus faible *Aedes detritus* passant par *Or. pulcripalpis*.

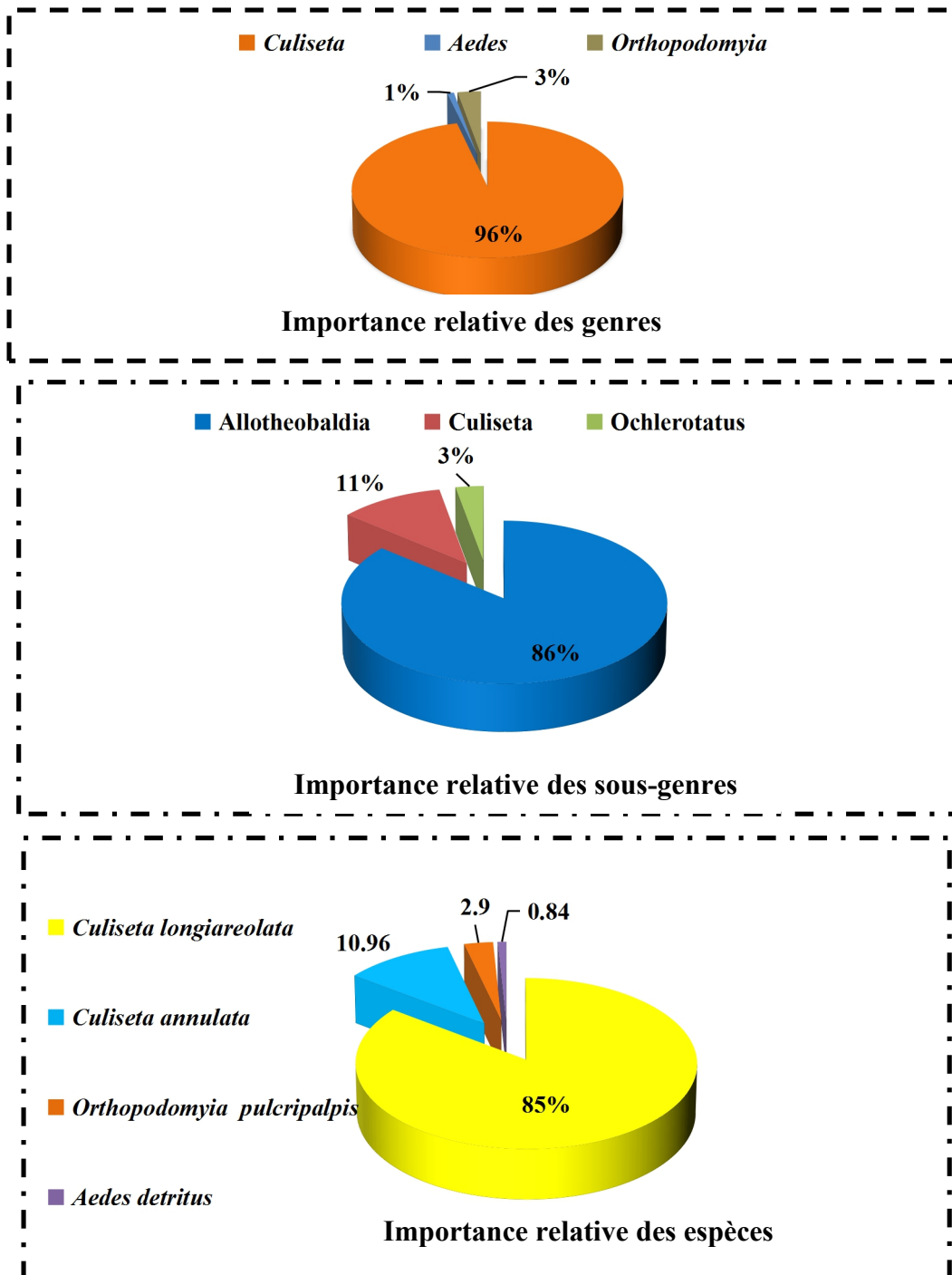


Figure 27 : Importance relative des différents rangs zoologiques en pourcentage.

1-2-Structure des communautés de Culicides récoltées

1-2-1-Variations des effectifs des espèces par habitats

Les prospections menées au cours de trois mois allant d'avril à juin et dans trois sites, ont permis de retenir 12 gîtes qui se sont avérés des lieux de reproduction et de développement des larves de Culicides, répartis comme suit : quatre gîtes créés et huit gîtes déjà existants (gîtes prospectés).

Le maximum des gîtes positifs était identifié dans le site de Maghnia qui totalise six gîtes dont deux gîtes créés et quatre gîtes prospectés (Tab. 11). Les sites de Hammame Chigur et Hammam boughrara présentent chacune deux gites prospectés et un gite crée. Ce nombre réduit des gîtes témoigne de l'effort d'échantillonnage insuffisant en raison du temps limité consacré aux prospections et aux conditions climatiques (basse température). Les moustiques sont connus pour leur propagation en été.

Tableau 11 : composition du peuplement de Culicides récolté.

Nature des gîtes	Localité	Type de gîte	Effectif total	Nombre d'espèces
Gîtes Créés	Maghnia	Seau 1 (G5 MAG)	81	2
	Maghnia	Pneu (G6 MAG)	40	1
	Boughrara	Bassine (G9 BOU)	95	2
	Chiguer	Seau 2 (G12 CHI)	60	2
Gîtes prospectés	Maghnia	Citerne 1 (G1 MAG)	99	3
	Maghnia	Baril 1 (G2 MAG 2)	64	4
	Maghnia	Réservoir 2 (G3 MAG)	80	2
	Maghnia	Réservoir 3 (G4 MAG)	105	3
	Boughrara	Réservoir 1 (G7 BOU)	85	2
	Boughrara	Baril 2 (G8 BOU)	152	3
	Chiguere	Baril 3 (G10 CHI)	83	1
	Chiguere	Citerne 2 (G11 CHI)	120	2

Partant des dix gîtes créés, seulement quatre ont laissé apparaitre le développement des larves de Culicides vers le début du mois de juin. Nous remarquons que les conditions climatiques de cette saison sont très variables, la température au début du mois d'avril était élevée, mais elle a diminué au milieu du mois et restait basse au début du mois de mai, la température trop basse, reste défavorable à la prolifération de ces insectes. L'élévation graduelle de température au cours du mois de mai a permis de retrouver un plus grand nombre de gîtes et un plus grand nombre de stades immatures qui se développent dans ces gîtes.

1-2-2-Variations des effectifs par nature des gîtes

La figure 28 montre l'importance relative de l'abondance des espèces par nature des gîtes, sur l'ensemble de la faune récoltée. On remarque alors, que sur douze gîtes récoltées nous avons 8 gîtes prospectés qui présentent 67%, et quatre gîtes créées représentent 33%. Il y a une grosse différence entre pourcentage des gîtes créées et prospectés est cela dû à la taille réduite et le volume d'eau contenu dans les gîtes créées qui limitent la prolifération des larves. Donc, Il existe un rapport direct entre la taille des gîtes et le nombre de larves produit, ces deux paramètres sont corrélés positivement.

On note aussi qu la richesse spécifique des gîtes prospectés est égale à quatre espèces contre seulement trois espèces dans les gîtes créées.

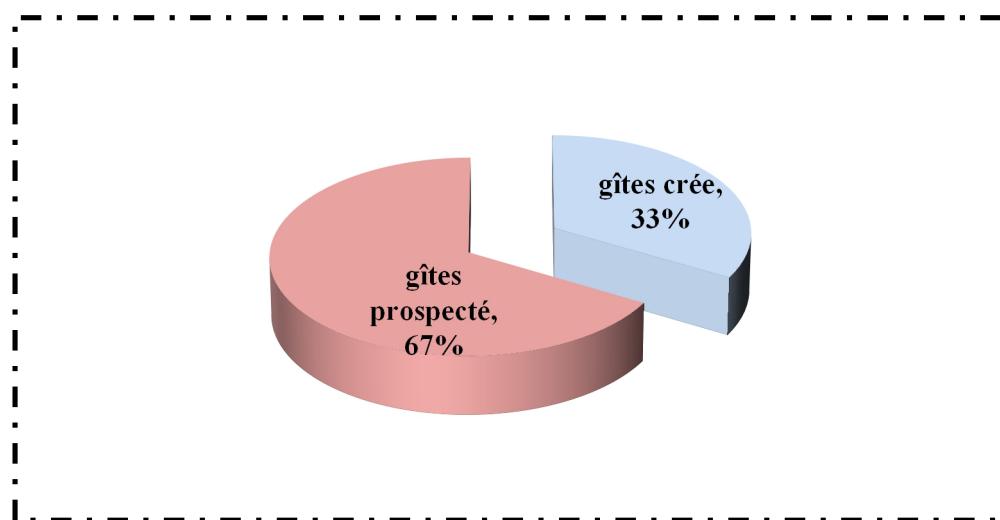


Figure 28 : Importance relative de l'abondance des espèces par nature des gîtes.

1-2-3-Variation des effectifs par site d'étude

La figure 29 montre l'importance relative du nombre d'espèces (la richesse spécifique) et du nombre total des individus par site d'étude. Le nombre d'espèce varie d'un site à l'autre, le plus grand pourcentage se trouve dans le site de Maghnia avec quatre espèces qui présentent 45%, suivi par le site de Hammame boughrara dans lequel il existe trois espèces, un pourcentage de 33% estimé, finalement le site de Hammame chiguer qui ne contient que deux type qui présentent 22 %

Avec un pourcentage estimé à 44%, Maghnia occupe la première place en nombre total d'individus du peuplement global récolté, hammam Boughrara est suivie par un pourcentage de 31%, Hmame Chiguer se classe dernier avec 25% en raison de la diminution du nombre d'espèces présentes.

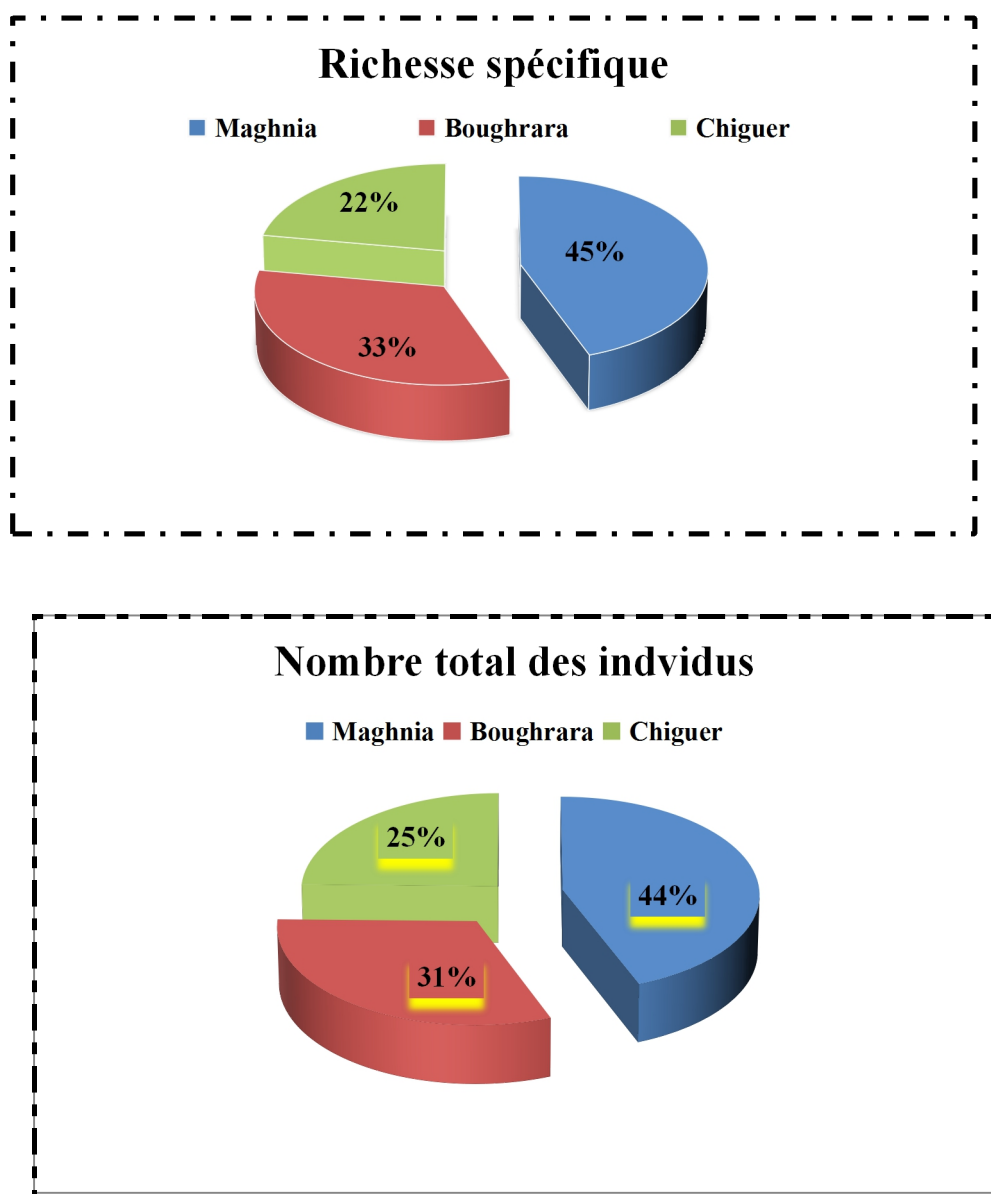


Figure 29 : Importance relative du nombre d'espèces et du nombre total des individus par site d'étude.

1-2-4-Composition et structure du peuplement culicidien récolté par nature de gîtes

Nous avons utilisé les indices écologiques de composition (la richesse spécifique totale S, l'abondance relative p_i et l'indice de Margalef) et les indices de structure (l'indice d'équitabilité de Pielou, les indices de diversité de Shannon weaver et de Simpson, le degré de similitude) pour meilleure comparaison entre les gîtes créés et les gites prospectés.

Le tableau 12 nous montre les résultats obtenus et utilisés dans la comparaison de la structure du peuplement récolté par nature des gîtes.

Chapitre 03 : Résultats et discussion

Les résultats obtenus montrent une différence entre les gîtes créés et les gîtes prospectés, Pour les gîtes créés, on a enregistré une abondance de 276 individus et une richesse spécifique de trois espèces et pour les gîtes prospectés, l'abondance est de 798 individus, et une richesse de 4 espèces.

On remarque alors que les gîtes prospectés sont les plus productifs puisqu'ils affichent les plus fortes abondances avec plus de 700 et seulement 276 individus pour le deuxième type. Les gîtes créés sont les moins productifs et enregistrent des effectifs faibles constituant une part relativement négligeable.

Tableau 12 : Abondances des espèces par type de gîte.

Types de gites Nom de l'Espèce	Gites créés				Gites prospectés							
	G5 MAG	G6 MAG	G9 BOU	G12 CHI	G1 MAG	G2 MAG	G3 MAG	G4 MAG	G7 BOU	G8 BOU	G10 CHI	G11 CHI
<i>Culiseta longiareolata</i>	68	40	77	58	68	47	63	92	80	141	83	90
<i>Culiseta annulata</i>	13	0	0	2	25	4	17	11	5	10	0	30
<i>Orthopodomyia pulcripalpis</i>	0	0	18	0	6	4	0	2	0	1	0	0
<i>Aedes detritus</i>	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0
Nombre total des individus	81	40	95	60	99	64	80	105	85	152	83	120
Richesse spécifique	2	1	2	2	3	4	2	3	2	3	1	2
Richesse spécifique	3				4							
Abondance totale	276				788							
Indice de diversité de Shannon H'	0,45				0,5277							
Indice de diversité de Simpson	0,22				0,27							
Indice de diversité de Margalef	0,35				0,45							
Equitabilité de Pielou J'	0,41				0,38							

On peut traduire cette différence par la taille et le volume d'eau dans les gîtes créés sont nettement supérieurs dans les gîtes prospectés et aussi par condition climatique défavorable pour le développement des moustiques et le nombre des gîtes créés est petit (4) par rapport au nombre des gîtes prospectés (8).

La figure 30 suivante montre les résultats de comparaison des abondances par nature des gîtes.

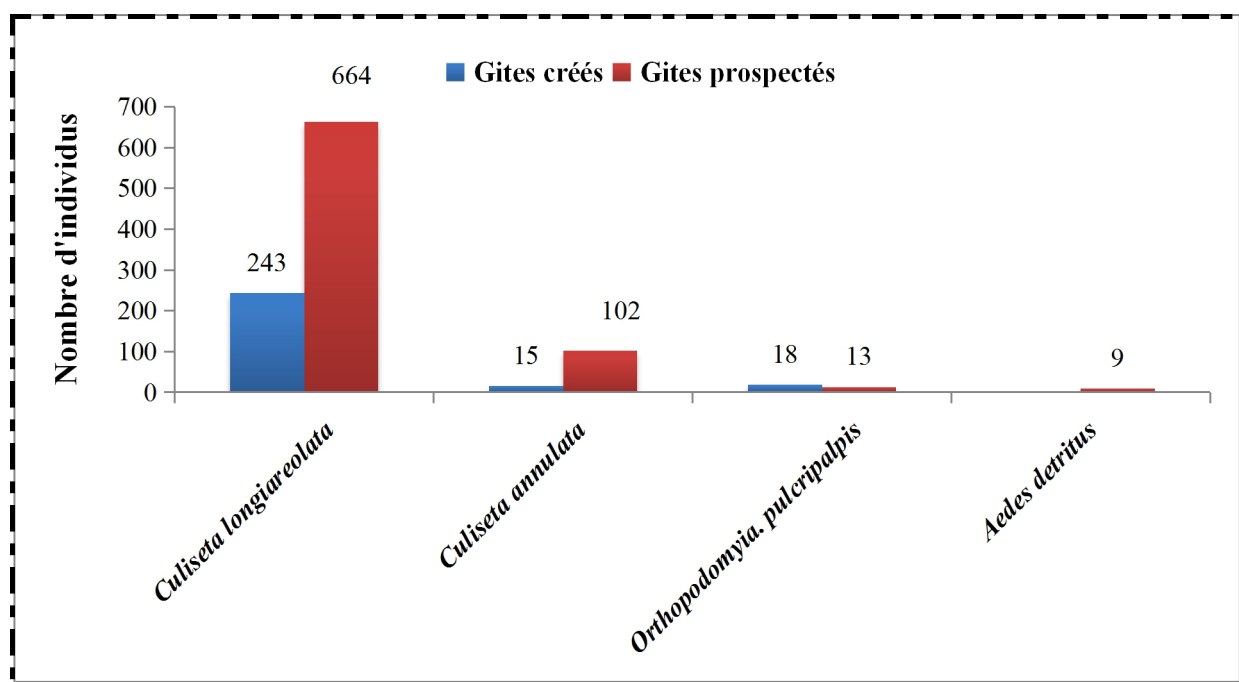


Figure 30 : Variation des abondances des espèces par nature des gîtes.

Cette figure nous montre que il y a une grande variabilité entre le nombre des espèces dans les gîtes créés et prospectés, il apparaît clairement que l'espèce *Cs. longiareolata* est très abondante et présente dans les douze gîtes avec une abondance relative total de 0,85, elle atteint des abondances maximales de plus de 900 individus, elle atteint une abondance relative de 0,84 dans les gîtes prospectés, et reste très abondante dans les gîtes créés avec une abondance relative égale à 0,88. Nous avons aussi *Cs. Annulata* qui présente une abondance relative total de 0,11 cette valeur est très faible par rapport au *Cs. Annulata*, mais elle peut être qualifiée d'abondance moyenne, alors que les deux espèces restantes sont des espèces à très faible abondance ne dépassant pas la valeur de 0,08. Donc le peuplement est formé d'une espèce fortement abondante *Cs. longiareolata*, d'une espèce de moyenne abondance *Cs. annulata* et deux espèces de faibles abondance *Or. Pulcripalpis* et *Ae. detritus*.

Le tableau nous montre les résultats obtenus après avoir calculé l'indice de diversité H' de Shannon-Weaver, l'indice de Simpson, l'indice de Margalef et de l'Équitabilité de Pielou. D'après les résultats enregistrés, nous remarquons que les deux peuplements sont très peu diversifiés avec des indices de diversité très faibles. Toutefois, le peuplement des gîtes prospectés affiche des valeurs relativement plus élevées sauf équitabilité de Pielou. Alors on commence par l'Indice de diversité de Shannon H' qui est plus élevée dans les gîtes prospectés avec une valeur de 0.52 face à une valeur proche 0.44 pour les gîtes créés, même dans l'indice de Simpson les valeurs sont faibles et proches à 0.27 pour les gîtes prospectés et 0.21 pour les gites créés et cela nous confirme la faible diversité des deux peuplements. L'indice de Margalef présente deux valeurs n'excédant pas le 2 (les gîtes créés 0.35 et les gîtes

prospectés 0.44), ce qui témoignent de la très faible diversité des peuplements culicidiens. En ce qui concerne l'Équitabilité qui exprime également la régularité. La valeur de l'indice de Pielou est 0.40 dans les gîtes créés et 0.38 dans les gîtes prospectés, donc dans les deux valeurs sont proche de 0 montre que le peuplement culicidien dans les deux type de gîtes est totalement déséquilibré et irrégulier où l'espèce *Cs. longeriolata* l'emporte en nombre.

➤ Similarité de Jaccard

Pour comparer le degré de ressemblance des peuplements Culicidienne dans les douze gîtes nous avons utilisé le coefficient de similitude de Jaccard, ce dernier qui tient compte que de présence-absence des espèces dans tous les gîtes prospectés et créés. A cet indice, nous associons un dendrogramme (Fig. 31).

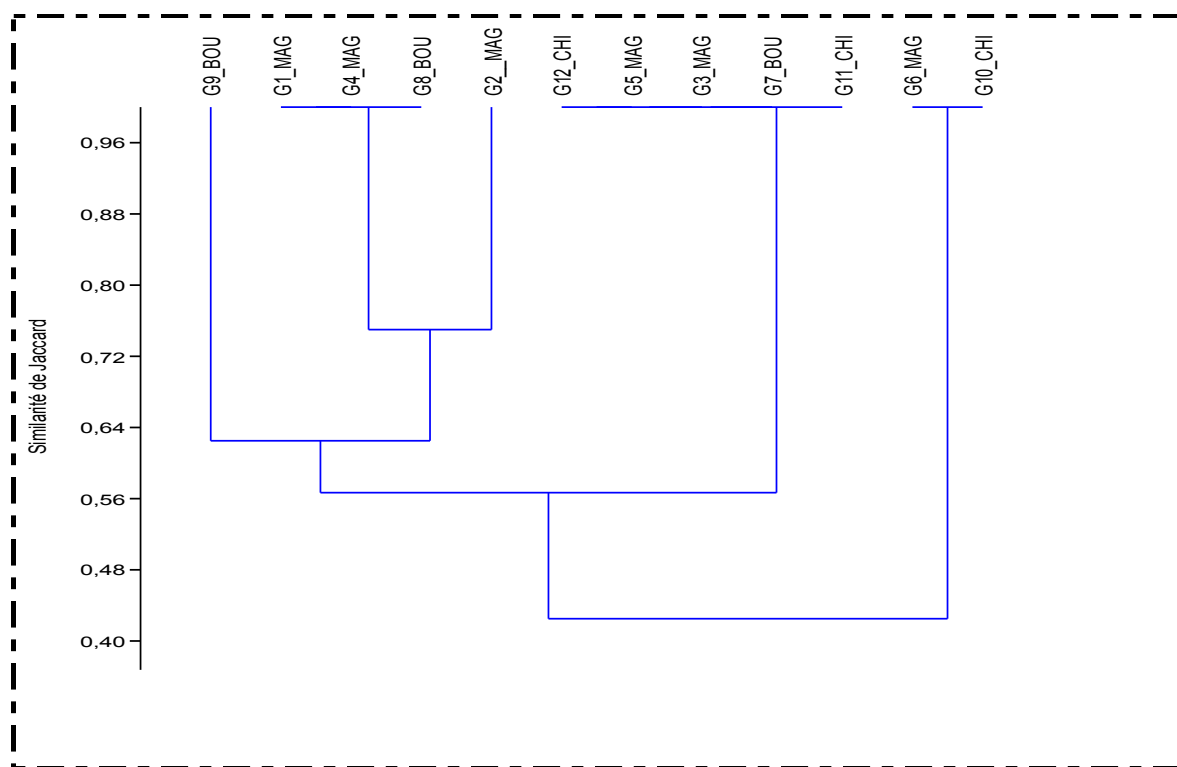


Figure 31 : Le dendrogramme issu de la classification hiérarchique (CAH)

L'analyse d'ordination selon l'indice de similitude de Jaccard établi à partir du logiciel Past a permis d'obtenir le dendrogramme de la figure 31. Il permet de dégager les regroupements des espèces dans les douze gîtes étudiés, ce dendrogramme révèle une différence de composition entre les gîtes. Nous avons cinq gîtes présentent une même composition faunistique où cohabitent les espèces suivent *Cs. Longeriolata* et *Culiseta annulata*, alors que les gîtes G1 MAG, G4 MAG et G8 BOU contiennent trois espèces pour chacun, les espèces sont *Orthopodomyia pulcripalpis*, *Cs. Longeriolata* et *Culiseta annulata*. Il existe également deux gîtes similaires (G6 BOU et C10 CHI), chacun contenant *Cs. Longeriolata*. G9 BOU et G2 MAG ne ressemblent à aucune gîte, G2 MAG est le seul qui contient

quatre espèces (*Cs. Longeriolata*, *Orthopodomyia pulcripalpis*, *Culiseta annulata* et *Aedes detritus*). Alors que G9 BOU contient *Cs. Longeriolata* et *Orthopodomyia pulcripalpis*.

En terme de cette analyse, on retient que les deux peuplements sont peu ressemblants, avec omniprésent de *Cs. Longeriolata* et le nombre d'espèces est relativement plus élevé dans les gîtes prospectés.

1-2-5-Distribution des abondances des espèces par type de gîtes

La figure 24 montre la variation des abondances et de la richesse spécifique par type de gîtes. Le nombre d'espèce par gîte varie selon les conditions de chaque gîte, nous avons alors 12 gîte, chaque gîte contient un nombre spécifique d'espèces variant de 1 à 4. En général, les gîtes de petites tailles n'abritent qu'une à deux espèces tandis que les gîtes de grandes tailles peuvent renfermer jusqu'à quatre espèces. Un seul gîte contient quatre espèces (Baril 1) avec une dominance nette de *Cs. Longiareolata*, En effet, les fluctuations du nombre des stades immatures et matures dans les gîtes sont marquées par la dominance de *Cs. longiareolata* enregistré dans tous les gîtes rencontrés (Fig. 24). *Cs. annulata*, *Or. Pulcripalpis* présente dans les gites de petite taille et de grande taille mais en nombre différent, nous remarquons que leur est plus important dans les gîtes de grande taille. Les espèces *Cs. annulata*, *Or. pulcripalpis*, *Ae. detritus* et réduisent leurs densités pour éviter la forte compétition face à *Cs. longiareolata*.

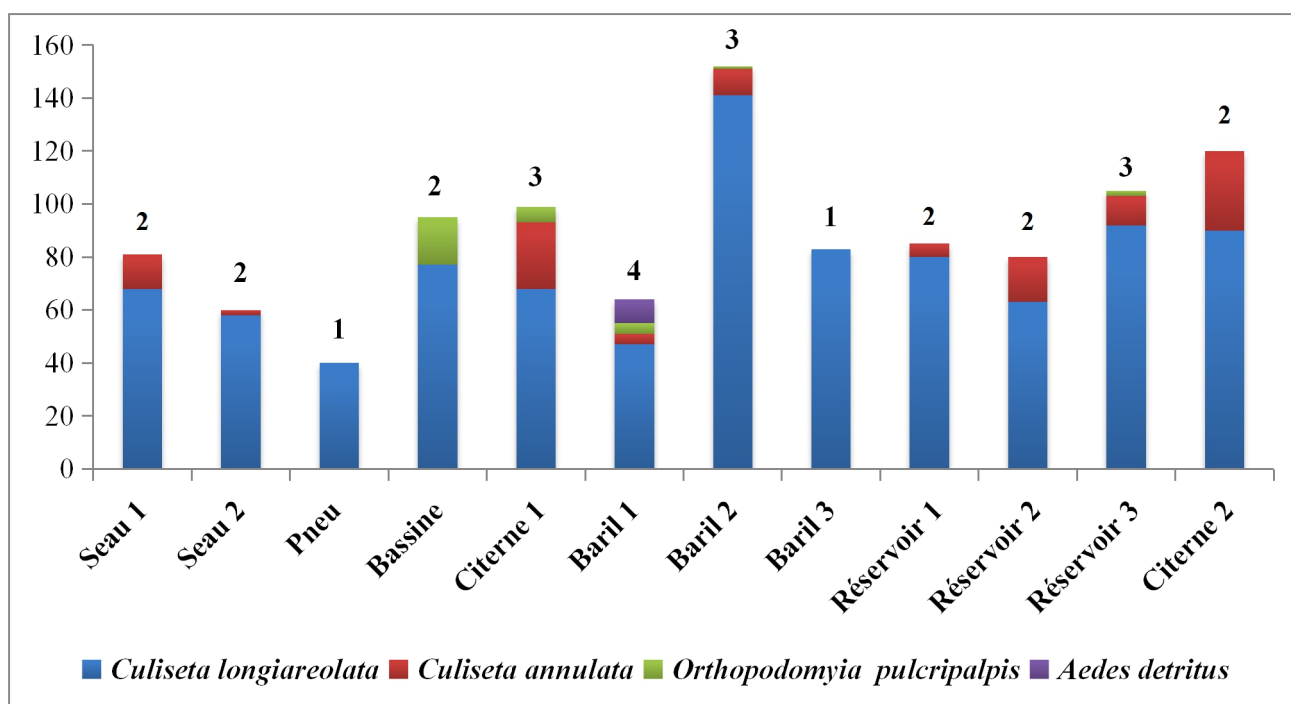


Figure 32 : Variation des abondances et de la richesse spécifique par type de gîtes.

1-2-6-Occurrence des espèces

Les résultats des fréquences d'occurrence calculées pour les quatre espèces rencontrées dans notre site d'étude durant est présente dans le tableau suivant présente.

Tableau 13 : Fréquences d'occurrence des deux espèces récoltées.

Espèces rencontrées	C (%) théorique	C (%) observé	Caractéristique
<i>Culiseta longiareolata</i>	= 100 %	100	Omniprésente
<i>Culiseta annulata</i>	100 – 75	75	constante
<i>Orthopodomyia pulcripalpis</i>	50 – 25	41	commune
<i>Aedes detritus</i>	25 – 5	8	accessoire

Les calculs d'occurrence portés dans le tableau montrent que *Cs. longiareolata* est une espèce omniprésente (présente dans tout les gîtes) avec une valeur de 100%, alors que *Culiseta annulata* est une espèce constante avec respectivement 75 % d'occurrence, nous avons aussi *Orthopodomyia pulcripalpis* qui est une espèce commune avec taux de 41%, et *Aedes detritus* vient enfin avec une valeur de 8%, cette valeur caractérise les espèces accessoire

Cs. longiareolata a été retrouvé dans les douze gîtes, et *Culiseta annulata* a été récolté dans neuf gîtes. Alors qu'*Orthopodomyia pulcripalpis* se trouve dans cinq gîtes un est crée et les autres sont prospectés. *Aedes detritus* présente la plus faible abondance et la plus faible occurrence car elle est présente que dans une seule gîtes prospecté ce qui fait que elle l'espèce le moins fréquente et le moine dominante dans le site d'étude.

En terme, *Cs. longiareolata* est une espèce capable d'occuper tous les types de gîtes, ce qui fait d'elle une espèce plastique, très peu exigeante à l'égard des conditions du milieu. Sa prolifération est très marquée dans tout type de gîtes en milieu rural.

2-Caractéristiques physico-chimiques de l'eau

14 paramètres physico-chimiques ont été mesurés (Température, pH, conductivité et oxygène dissous potentiel redox, salinité, turbidité, nitrate, nitrite, phosphate, cuivre, magnésium, manganèse et dureté calcique), pour mieux appréhender l'écologie des larves des culicidae.

Les valeurs des mesures physicochimiques relevées dans les douze sont enregistrées dans le tableau 14.

2-1-Variations des paramètres physico-chimiques des eaux des gîtes

Les paramètres physico-chimiques des eaux des gîtes étudiés montrent de grandes variations, Les valeurs moyennes mensuelles sont regroupées dans le tableau 15.

Tableau 14 : Mesures physicochimiques relevées dans les gîtes.

Données statistiques	Moyenne	Ecart-type	Variance	Médiane	Intervalle de confiance
Température	21,06	1,89	3,57	22,05	1,07
pH	7,10	0,14	0,02	7,06	0,08
Potentiel redox	-52,67	24,97	623,70	-43,50	14,13
Conductivité	1,88	0,73	0,53	1,72	0,41
Turbidité	10,67	7,80	60,79	10,00	4,41
Oxygène dissous	4,10	1,57	2,47	4,54	0,89
Salinité	0,83	0,40	0,16	0,70	0,23
Nitrite NO ₂	0,94	2,45	5,98	0,13	1,38
Nitrate NO ₃	2,27	1,34	1,80	2,30	0,76
Phosphate PO ₄	0,20	0,34	0,11	0,08	0,19
Cuivre Cu	0,63	1,17	1,37	0,24	0,66
magnesium Mg	58,00	18,82	354,18	55,00	10,65
manganese Mn	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01
durté calcique CaCO ₃	137,42	31,11	967,54	147,50	17,60

Les paramètres des gîtes larvaires étudiées montrent des grandes variations spatio-temporelles (Tab.15). La température des eaux de gîtes varie entre 17.3 et 22.6°C, avec une moyenne de 21,05±1.89°C favorable au développement de plusieurs espèces de moustiques. Les mesures de pH d'eau dans les différents sites varient entre 7.02 et 7.3, avec une moyenne de 7.10±0.14 ce indique que l'eau des gîtes est alcalin. Potentiel redox varie entre -99et -10mV avec une valeur moyenne de 52.66±24.97mV.

La conductivité située entre 1.13-3.6 avec une moyenne de 1.88±0.72. Alors que Turbidité varié entre 2-30FTU, et moyenne de 10.66±7.79FTU. Les concentrations moyennes en oxygène dissous enregistrées sont de l'ordre de 1.41-6. La salinité variée entre 0.82±0.14 avec moyenne de 0.5-1.8. Les concentrations en nitrates sont élevées avec moyenne de 0.93±2.44mg/l à cause la grande concentration en nitrate dans le gîte G5 MAG, car elle se trouve dans une terre agricole.

Les concentrations des eaux des gîtes en Nitrate situés entre 2.26 ± 1.34 mg/l avec une moyenne de $0.54-4.8$ mg/l. Les valeurs de Phosphate varient entre $0.002-2.5$ mg/l avec une moyenne de 0.20 ± 0.33 mg/l. Concernant le magnésium, il varie entre 58 ± 18.81 mg/l avec une moyenne de $30-105$. Et le manganèse varie entre $0.001-0.06$ mg/l avec une moyenne de 0.01 ± 0.02 . La dureté calcique varie entre $70-173$ avec une moyenne de 137.41 ± 31.10 mg/l.

Le développement des culicidés est conditionné par la température et par la composition biologique ou chimique de l'eau (Messai et al, 2011). Alors les paramètres physico-chimiques de l'eau peuvent jouer un rôle primordial (Berchi, 2000).

2-2- Variations des paramètres physicochimiques par espèce

Pour mettre en évidence les conditions du milieu où chaque espèce a été retrouvée, le tableau 15 résume les paramètres physicochimiques à travers la moyenne, l'écart-type et l'intervalle de tolérance exprimant les valeurs extrêmes.

➤ Température

La température est un facteur majeur dirigeant la vitesse du développement des différents stades larvaires des Culicidés (Bayoh & Lindsay, 2003, 2004; Lyimo et al., 1992), pour cela on note que la température des eaux des gîtes étudiés est favorable et généralement supérieure à 17°C .

L'espèce *Culiseta longiareolata* est omniprésente dans tous les gîtes avec une température variée entre 17.3°C et 22.6°C . Alors que *Culiseta annulata* se trouve dans des gîtes où la température oscille entre 17.3°C et 22.5°C . Il y a cinq gîtes qui contiennent *Orthopodomyia pulcricarpis*, la température la plus élevée se trouve dans G9 BOU avec une valeur égale à 22.6°C et la plus basse se trouve dans G8 BOU égale à 18.8°C . La dernière espèce c'est *Aedes detritus* qui se trouve dans un seul gîte, sa température est de 20.5°C .

➤ Le pH

Selon Rodier (1996), pour la plupart des larves de culicidés, la zone de pH favorable pour leur développement se situe entre 6 et 7,2. Ce paramètre est dépendant de facteurs multiples, comme la température et l'origine de l'eau de prolifération (Ghazali & Zaid, 2013).

Le pH de l'eau est alcalin dans l'ensemble des gîtes. *Culiseta longiareolata* se trouve dans un pH qui oscille entre 7.03 et 7.3. Le pH de l'eau des gîtes qui contiennent *Culiseta annulata* varie entre un pH proche de la neutralité égale à 6.99 et un pH alcalin égal à 7.3. Concernant *Orthopodomyia pulcricarpis* le pH enregistré est compris entre 7.1 et 7.3. Le pH de l'eau dans laquelle se trouve *Aedes detritus* est égal à 7.16.

➤ Potentiel redox

Ce paramètre est lié à l'Oxygène dissous et représente la capacité d'oxydation ou de réduction d'une solution. Dans notre étude, les eaux des gîtes récoltées ont un potentiel redox négatif.

Le potentiel redox de *Culiseta longiareolata* se trouve entre -99mV et -10mV. Alors que *Culiseta annulata* situé entre -99 et -37mV. On note aussi que potentiel redox de *Orthopodomyia pulcripalpis* est varié entre -99 et -40. Le potentiel redox de gîte où se trouve *Aedes detritus* est égale à -56.

Tableau 15 : Valeurs des mesures physicochimiques relevées dans les stations d'étude pour chaque espèce

Espèces Paramètres	<i>Culiseta longiareolata</i>	<i>Culiseta annulata</i>	<i>Orthopodomyia pulcripalpis</i>	<i>Aedes detritus</i>
Température	21,05±1.89 [17,3-22,6]	21,05±1.89 [17.3-22.5]	21,05±1.89 [18.8-22.6]	21,05±1.89 [20.5]
pH	7.10±0.14 [7.02-7.3]	7.10±0.14 [6.99-7.3]	7.10±0.14 [7.1-7.3]	7.10±0.14 [7.16]
Potentiel redox	-52.66±24.97 [-99_-10]	-52.66±24.97 [-99_-37]	-52.66±24.97 [-99_-40]	-52.66±24.97 [-56]
Conductivité	1.88±0.72 [1.13-3.6]	1.88±0.72 [1.13-3.6]	1.88±0.72 [1.13-2.4]	1.88±0.72 [2.14]
Turbidité	10.66±7.79 [2-30]	10.66±7.79 [2-30]	10.66±7.79 [3-18]	10.66±7.79 [18]
Oxygène dissous	4.1±1.57 [1.41-6]	4.1±1.57 [1.41-6]	4.1±1.57 [3.55-5.6]	4.1±1.57 [3.62]
Salinité	0.82±0.14 [0.5-1.8]	0.82±0.14 [0.5-1.8]	0.82±0.14 [0.6-1]	0.82±0.14 [1]
Nitrite NO₂	0.93±2.44 [0.005-8.6]	0.93±2.44 [0.005-8.6]	0.93±2.44 [0.03-1.45]	0.93±2.44 [1.45]
Nitrate NO₃	2.26±1.34 [0.54-4.8]	2.26±1.34 [0.7-4.8]	2.26±1.34 [0.7-4.8]	2.26±1.34 [4.8]
Phosphate PO₄	0.20±0.33 [0.002-2.5]	0.20±0.33 [0.002-2.5]	0.20±0.33 [0.05-2.5]	0.20±0.33 [0.40]
Cuivre Cu	0.62±1.16 [0.006-3.9]	0.62±1.16 [0.006-3.9]	0.62±1.16 [0.01-0.66]	0.62±1.16 [0.1]
Magnésium Mg	58±18.81 [30-105]	58±18.81 [30-105]	58±18.81 [42-75]	58±18.81 [50]
Manganèse Mn	0.01±0.02 [0.001-0.06]	0.01±0.02 [0.002-0.06]	0.01±0.02 [0.002-0.06]	0.01±0.02 [0.003]
Dureté calcique CaCO₃	137.41±31.10 [70-173]	137.41±31.10 [99-165]	137.41±31.10 [99-173]	137.41±31.10 [99]

➤ Conductivité

Selon **Arrignon (1976)**, la conductivité est liée à la teneur en sels minéraux dissous dans l'eau, elle varie selon la concentration ionique de l'eau et avec la modalité des ions, donc avec la température.

Les valeurs obtenues dans les douze gîtes sont relativement faible et cela est dû à l'absence de pollution liée à des éléments chimiques. Nous notons que *Culiseta longiareolata* et *Culiseta annulata* ont la même conductivité qui se situe entre 1.3 et 3.6 μ S. Alors qu'*Orthopodomyia pulcripalpis* varie entre un minimum de 1.13 μ S et un maximum de 2.4 μ S. la conductivité d'*Aedes detritus* est égale à 2.14 μ S.

➤ Turbidité

La turbidité est la mesure de l'aspect plus ou moins trouble de l'eau. Les valeurs de turbidité varient selon le type de gîtes, on remarque que certaines gîtes enregistrent des valeurs de turbidité élevées allant jusqu'à 30 FTU. La turbidité de l'eau des gîtes qui contiennent *Culiseta longiareolata* et *Culiseta annulata* varie entre 2 et 30 FTU. *Orthopodomyia pulcripalpis* varie entre 3 et 18 FTU. *Aedes detritus* se trouve dans un seul gîte avec turbidité de l'eau égale à 18 FTU.

➤ Oxygène dissous

C'est un élément indispensable à la vie dans L'eau, et il peut jouer un rôle de facteur limitant dans le milieu aquatique. L'oxygène constitue normalement 35% de volume des gaz dissous dans l'eau (**Arrignon, 1976**).

Les mesures de la teneur en oxygène dissous dans l'eau dans les douze gîtes au cours de la période d'étude montrent une variabilité dans la concentration en oxygène dissous. Il existe des gîtes avec des eaux bien oxygénées allant jusqu'à 6 mg/l, et d'autre avec des eaux peu oxygénées de 1.41 mg/l. *Culiseta longiareolata* et *Culiseta annulata* se trouvent dans des eaux bien oxygénées varie entre 1.41 et 6 mg/l, alors que *Orthopodomyia pulcripalpisse* est situé entre 3.55 et 5.6 mg/l. la teneur en oxygène dissous dans l'eau dans se trouve *Aedes detritus* est égale 3.6 mg/l.

➤ Salinité

Selon **Hassaine (2002)**, la salinité de l'eau des gîtes larvaires est fortement corrélée à la conductivité, elle correspond à la teneur des eaux en ions Cl et Na. Le rôle de ce facteur a été reconnu par Wallis en 1954 comme l'un des principaux facteurs intervenant dans la sélectivité des femelles pour leur site de ponte.

Dans les gîtes récoltées, le taux de salinité reste faible. Elles oscillent entre 0,5 et 1,8 g/l dans les gîtes qui contiennent *Culiseta longiareolata* et *Culiseta annulata* et entre 0.5 et 1 g/l dans les cinq gîtes qui contiennent *Orthopodomyia pulcripalpis*. La turbidité de l'eau où se trouve *Aedes detritus* est égale à 1g/l.

➤ Nitrite NO₂

Les concentrations en nitrites dans les eaux des gîtes restent très faibles, à l'exception d'un seul gîte qui enregistre une valeur élevée de nitrite égale à 8.6 mg/l en raison de sa présence dans les terres agricoles où des pesticides sont utilisés.

Culiseta longiareolata et *Culiseta annulata*, se trouvent dans les eaux avec la valeur de nitrite la plus basse est égale à 0.005 et la valeur la plus élevée est égale à 8.6. Quant à l'eau dans laquelle *Orthopodomyia pulcripalpis* est présente, le taux de nitrite est compris entre 0.03 et 1.45. Le nitrite est égal 1.45 dans le gîte où se trouve *Aedes detritus*.

➤ Nitrate NO₃

Les valeurs de nitrate ne sont pas stables, elles changent selon les gîtes et les caractéristiques de chacun. On note que *Culiseta longiareolata* se trouve dans des gîtes où le degré de phosphate est compris entre 0.54 et 4.8 mg/l, contrairement aux *Culiseta annulata* et *Orthopodomyia pulcripalpis* que l'on trouve entre 0.7 et 4.8 mg/l. Le nitrate est égal à 4.8 mg/l dans le gîte où se trouve *Aedes detritus*.

➤ Phosphate PO₄

Le phosphore provient en grande partie des activités domestiques, agricoles et industrielles. Les valeurs de phosphate dans les douze gîtes sont compris entre 0.002 et 2.5 mg/l, qui sont les valeurs dans lesquelles *Culiseta longiareolata* et *Culiseta annulata* sont présents. Tandis qu'*Orthopodomyia pulcripalpis* se trouve dans des eaux avec un degré de phosphate compris entre 0.05 et 2.5 mg/l. Le phosphate est égal 0.4 mg/l dans le gîte où se trouve *Aedes detritus*.

➤ Magnésium Mg

On observe des teneurs moyennes, le minimum est de 30 mg/l et le maximum étant de 105 mg/l. *Culiseta longiareolata* et *Culiseta annulata* se trouvent entre 30 et 105 mg/l. Le magnésium est situé entre 42 et 75 mg/l dans les gîtes où se trouve *Orthopodomyia pulcripalpis*. Le magnésium est égal à 50 pour *Aedes detritus*.

➤ Manganèse Mn

Les valeurs du manganèse dans les eaux des gîtes dans laquelle se trouvent *Culiseta longiareolata*, *Culiseta annulata* et *Orthopodomyia pulcripalpis* sont presque les mêmes. *Culiseta longiareolata* se trouve entre 0.001 et 0.6 mg/l. *Culiseta annulata* et *Orthopodomyia pulcripalpis* se trouvent entre 0.002 et 0.6 mg/l. Le manganèse de l'eau où se trouve *Aedes detritus* est égal à 50 mg/l.

➤ Dureté calcique CaCO₃

Les valeurs de la dureté varient d'une gîte à une autre. La valeur la plus élevée de 173 mg/l est enregistrée dans le gîte G9 BOU, et la plus faible de 70 mg/ de CaCO₃ est enregistrée dans G10 CHI. *Culiseta annulata* et *Orthopodomyia pulcripalpis* trouvent dans des gîtes ayant la même dureté calcique situe entre 99 et 173 mg/l, alors que *Culiseta longiareolata* se trouve entre 70 et 173mg/l.

Discussion

L'analyse des résultats des trois sites étudiés au cours d'une période de trois mois dans la région Maghnia, révéla la présence de 4 espèces appartenant dans une seule sous famille, c'est la sous famille de Culicinae, où on a noté trois tribus, trois genres et quatre sous-genres. La tribu des Culisetini est représentée par deux espèces : *Cs. longiareolata*, *Cs. Annulata*, la tribu des Orthopodomyiini est représentée par l'espèce *Or. pulcripalpis*. Celle des Aedini, est représentée par une seule espèce, *Ae. detritus*.

A partir des 12 gîtes on a obtenue une collection totale de 1067 individus, Le genre *Culiseta* l'emporte avec 96%, ils sont les plus dominants suivis par les individus de la tribu des Orthopodomyiini et genre *Orthopodomyia* avec 3% alors que les individus du genre *Aedes* ne représentent que 1%. On retient donc la dominance des genres *Culiseta* et *Orthopodomyia* et à moindre importance le genre *Aedes*.

Culiseta longiareolata est capable de se développer dans 18 gîtes différents. Cette espèce présente une grande aptitude à coloniser des biotopes naturels ainsi que les gîtes artificiels, différents par leurs caractéristiques physiques (**Hassaine, 2002 ; Messai et al, 2010**).

Culiseta longiareolata peuple les gîtes les plus divers, Son optimum écologique est atteint dans les eaux claires (**Hassaine, 2002 ; Himmi, 2007**). En outre, cette espèce a été récoltée par **Berner (1975)** et **Hassaine (2002)** dans les eaux riches en matière organique. Ceci ne concorde pas avec les données trouvées par **Louah (1995)**. Elle est très commune dans toute l'Afrique méditerranéenne. Les gîtes larvaires sont de types très variés (bassins, abreuvoirs, puits abandonnés, trous de rochers, rizières,

canaux) mais l'eau y est toujours stagnante et généralement riche en matières organiques. Ces gîtes sont permanents ou temporaires, ombragés ou ensoleillés, remplis d'eau douce ou saumâtre, propre ou polluée.

Cette espèce a été trouvée au Portugal dans des piscines en ciment pour dosage domestique ou agricole (**Ramos et al, 1977/78 ; Pires et al, 1982**). *Aedes detritus* est particulièrement bien représenté dans les régions septentrionales d'Europe où il affectionne les gîtes méso-halins. Dans les régions plus méridionales, et tout particulièrement au Maghreb (**Bailly-Choumara, 1973**).

Les œufs, résistants à la dessiccation et au gel, sont déposés au pied de la végétation halophile. Ils ne présentent pas de diapause et éclosent lors de la mise en eau, quelle que soit la période de l'année. Selon **Albanese et al, 1971**, les gîtes larvaires sont de grandes tailles telles que marécages, fossés méso-halins situés en bord de mer ou à proximité de zones où affleurent des formations géologiques salées. Les larves sont présentes dans les gîtes pendant toute l'année.

Culiseta annulata est présente dans toute l'Europe, depuis les régions les plus septentrionales jusqu'à la Méditerranée; elle a été aussi signalée dans les 3 pays du Maghreb où elle se rencontre le plus souvent en altitude (**Brunhes et al., 1999**).

Les œufs, solidarités au moment de la ponte, forment une barquette. Les larves éclosent 4 jours après la ponte (**Bouallam, 1992**). Les larves de cette espèce se développent dans de très nombreux gîtes qui peuvent être naturels (mare riche en matière organique, prairie inondée, fossé, bords de rivières) ou artificiels (bassin dont l'eau est polluée, citerne). Les eaux riches en azote sont tout particulièrement fréquentées et les larves peuvent y être très nombreuses (**Gilot et al, 1979**).

Les adultes qui émergent à la fin de l'été passent l'hiver en se réfugiant dans les maisons, grottes et trous d'arbres.

Or. pulcripalpis se rencontre dans l'Europe occidentale ainsi que dans la sous-région paléarctique méditerranéenne ; il se développe du Maroc à la Tunisie.

L'œuf présente un réseau de dessins hexagonaux ainsi qu'une frange ajourée très originale qui se déploie dans le plan équatoriale. Les œufs sont pondus isolément sur les parois du gîte, au-dessus du niveau de l'eau, avant d'être recouvert d'un enduit gélatineux.

Les larves se développent dans les cavités naturelles, creusées dans les troncs d'arbres, qui retiennent longtemps de l'eau de pluie. Le chêne-liège et le platane, qui se carient fréquemment, sont particulièrement fréquentés.

Elle est autogène ; il ne développe, au maximum, que deux générations par an. *Or. pulcripalpis* n'a jamais été impliqué dans la transmission de parasitoses (**Bruhnes et al, 1999**).

Les Culicides constituent le groupe d'insectes qui cautionne la plus grande importance sur le plan économique et sanitaire dans le monde.

A la fin de notre travail, qui a pour but de la contribution à la bio-surveillance et l'identification des caractéristiques des gîtes culicidogènes, dans trois stations réparties dans la région de Maghnia a permis d'identifier 1067 individus à partir de 12 gîtes, quatre gîtes créés et huit gîtes prospectés.

L'inventaire de la faune culicidienne qui peuplent notre région d'étude a duré 3 mois à partir d'avril jusqu'à juin, tout au long de cette étude des récoltes, identifications, relevés ont été effectués 1067 individus, appartenant à quatre espèces et à trois genres différents *Culiseta*, *Aedes* et *Orthopodomyia*.

Culiseta longiareolata est l'espèce la plus représentative et la plus abondante de notre région d'étude avec 85% de l'effectif et de la fréquence totale des relevés, suivie de *Culiseta annulata* avec 10.96%, et *Orthopodomyia Pulcripalpis* avec 2.9%. *Aedes detritus* présente avec des taux faibles égale à 0.84% est considérée comme espèce rare.

Du point de vue densité, les espèces du genre *Culiseta* représentent une forte proportion des populations à Maghnia par l'espèce *Culiseta longiareolata*. Ce genre de moustiques piquent de préférence les vertébrés surtout les oiseaux, très rarement l'humain, l'espèce est considérée comme un vecteur de *Plasmodium* d'oiseau.

En termes de richesse, la région de Maghnia avec 4 espèces qui présentent 45% est celle qui compte la plus grande richesse, suivie par la région de Hammame Boughrara dans laquelle il existe trois espèces, un pourcentage de 33% estimé, et seulement 2 espèces dans la région de Hammame Chiguer qui présentent 22 %.

À partir de l'analyse de la comparaison entre les peuplements des gîtes créés et des gîtes prospectés, nous avons conclu que les peuplements pauvres en espèces, peu diversifiés, peu réguliers donc mal structurés. Donc pour les gîtes créés nous avons trois espèces, alors que quatre espèces pour les gîtes prospectés. Les valeurs des indices de diversité utilisés ne dépassent pas la valeur de 2, et l'équitabilité tend vers 0 pour les deux peuplements, alors le peuplement culicidien dans les deux types de gîtes est totalement déséquilibré. L'indice d'occurrence révèle l'omniprésence de *Cs. Longeriolata*, alors que *Culiseta annulata* est une espèce constante, et la rareté de l'espèce *Aedes detritus*.

Les caractéristiques physiques et chimiques d'un gîte jouent un rôle important dans le fonctionnement de peuplement culicidien. Et aussi l'éclaircissement du gîte et le volume d'eau constitue des facteurs déterminants pour le développement des Culicides.

Les résultats obtenus montrent l'absence d'*Ae. albopictus* dans cette région, ce qui suppose qu'il n'a aucun risque de transmission des virus et parasites liés à cette espèce.

Ce groupe d'insectes d'intérêt médical a suscité et suscite toujours l'intérêt des scientifiques en raison de son rôle vecteur mais également de nuisance. Plusieurs approches et recherches peuvent être envisager à l'avenir pour trouver des moyens de lutte efficaces. En effet, l'OMS préconise la lutte intégrée et encourage la lutte biologique et repousse la lutte chimique. Des études peuvent être menées pour comprendre les changements de la biodiversité culicidienne, les impacts de la lutte chimique sur l'environnement et les risques liés aux moustiques dans le cadre d'une lutte antivectorielle. Il est possible d'envisager également une étude expérimentale sur la lutte biologique à base du poisson moustique *Gambusia* dans les milieux ouverts et de grandes tailles.

Les recherches sur les moustiques continueront tant qu'on ne peut dormir la fenêtre ouverte et sans utiliser des produits répulsifs et/ou

Adisso D. N., Alia A.R., 2005. Impact des fréquences de lavage sur l'efficacité et la durabilité des moustiquaires à longue durée d'action de type Olyset Net® et Permanet® dans les conditions de terrain. Mémoire de fin de formation en. ABM-DITEPAC-UAC, Cotonou. 79p.

Albanese M., Bruno Smiraglia C. & Lavagnino A., 1971. Autogenesi in *Aedes detritus* e *Aedes mariae* di Sicilia. Rivista di Parassitologia. 32 2, 1-3.

Anonyme, 2008. Comparative Toxicity of Two Bio-Insecticides (Spinosad and Vertemic) Compared with Methomyl Against *Culex pipiens* and *Anopheles multicolor*. World Journal of Agricultural Sciences 4 (2): 198-205, 2008. ISSN 1817-3047. © IDOSI Publications, 2008.

Anonyme, 2016. OPIE (Office pour les insectes et leur Environnement).

Anonyme., 2003 - Organisation mondiale de la santé Arch. Inst. Pasteur Algérie, 34 :223- 226.

Arankalle, V. A., Shrivastava, S., Cherian, S., Gunjekar, R. S., Walimbe, A. M., Jadhav, S. M., & Mishra, A. C. 2007. Genetic divergence of Chikungunya viruses in India (1963– 2006) with special reference to the 2005–2006 explosive epidemic. Journal of General Virology, 88(7), 1967-1976.

Arim, Mosquito, 2014. (Lire en ligne).

Arrignon B., 1976. - Aménagement écologique et piscicole des eaux douces. Bordas. Paris 3ème édition.

Bagnauls F., et Gausson H., 1953. Saison sèche et indice xéothermique- BullSoc. Hist. Nat. Toulouse, 3 :193- 239.

Bailly-Choumara H., 1973. Étude comparative des différentes techniques de récolte de moustiques adultes Diptera, Culicidae faite au Maroc, en zone rurale. Bulletin de la Société des Sciences Naturelles et Physiologiques du Maroc, 53 : 135-185.

Barbault R., 2008. Ecologie générale. Structure et fonctionnement de la biosphère. Ed. Dunod, Paris, 390 p.

Bayoh, M.N., & Lindsay, S.W. 2003. Effect of temperature on the development of the aquatic stages of *Anopheles gambiae* sensu stricto (Diptera: Culicidae). Bull. Entomol. Res.93(5) : 375-81.

Bayoh, M.N., & Lindsay, S.W. 2004. Temperature-related duration of aquatic stages of the Afrotropical malaria vector mosquito *Anopheles gambiae* in the laboratory. Med Vet Entomol.18(2) : 174-9.

-
- Becker N., Petric D., Zgomba M., Boase C., Dahl C., Lane J., Kaiser A., 2003.** Mosquitoes and their control. Ed. Kluwer Academic, New York, 498 p.
- Becker, N. et al., 2010** Mosquitoes and Their Control, Second edition (Springer; 2nd ed. edition)
- Benallal, K.E., A. Allal-Ikhlef, K., Benhamouda, F., Schaffner, Harrat, Z. 2016.** Premier signalement d'*Aedes (Stegomyia) albopictus* (Diptera: Culicidae) à Oran, dans l'ouest de l'Algérie. *Acta Tropica* 164, 411–413.
- Benedict, M.Q., Levine, R.S., Hawley, W.A. & Lounibos, L.P. 2007.** Spread of the tiger : Global risk of invasion by the mosquito *Aedes albopictus*. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*. 7: 76-85.
- Bennouna, A., T. Balenghien, El Rhaffouli, H., F. Schaffner, C., Grros, L., Gardes, Y. Lhor, Y., Hammoumi, S., G. Chlyeh et Fassi Fihri. , O. 2017.** Premier signalement de *Stegomyia albopicta* (= *Aedes albopictus*) au Maroc : une menace majeure pour la santé publique en Afrique du Nord? *Entomologie médicale et vétérinaire* 31, 102-106.
- Benyacoub et Chabi., 2000.** Diagnose écologique de l'avifaune du Parc National d'El Kala. Composition, statut de répartition. Synthèse n : 7 Juin 2000. *Revue des sciences et technologie*.
- Berchi S., 2000a.** Bio écologie de *Culex pipiens* L. (Diptera : Culicidae) dans la région de Constantine et perspectives de luttés. Thèse doc. Es–science, Université de Constantine, Algérie : 133p.
- Berchi, 2000.** Résistance de certaines populations de *Culex pipiens pipiens* (L) au Malathion à Constantine (Algérie). (Diptéra, Culicidae). *Bull. Soc. Ent. France*. 105(2) :125-129.
- Berchi, 2000b.** Résistance de certaines populations de *Culex pipiens pipiens* (L) au Malathion à Constantine (Algérie). (Diptéra, Culicidae). *Bull. Soc. Ent. France*. 105(2) :125-129.
- Berner L., 1975.** Liste des moustiques provençaux. *Bulletin du Muséum d'histoire*.
- Lyimo, E.O. & Koella, J.C. 1992.** Relationship between body size of adult *Anopheles gambiae*s.l. and infection with the malaria parasite *Plasmodium falciparum*. *Parasitology*: 233-237.
- Blondel J., 1979.** Biogéographie et écologie. Ed. Masson, Paris, 177 p.
- Bonizzoni, M., Gasperi, G., Chen, X., James, A.A. 2013.** L'espèce de moustique invasive *Aedes albopictus* : connaissances actuelles et perspectives futures. *Trends in Parasitology* 29, 460–468.
- Bouabida, 2012.** Etude systématique et écologique des moustiques (Diptera: Culicidae) dans la région de Tébessa (Algérie). *Entomologiefaunistique*. 65 : 99-103.

Bouallam-Tifnouti S., 1992. Le paludisme et les moustiques dans la région de Marrakech. Ecologie et cycles biologiques des espèces culicidiennes. Thèse, Université Cadi Ayyad, Faculté des Sciences de Marrakech, 126p.

Bouda S, Rekaï A, 2016. Inventaire des Culicidae dans la région de la Kabylie et la confirmation de la présence de l'*Aedes albopictus* à Larbaa-Nath-Irathen : Université de Mouloud Mammeri de tizi-ouzou.

Boudemagh, Bendali et Soltani, 2013. Inventory of Culicidae (Diptera: Nematocera) in the region of Collo (North-East Algeria). *Annals of Biological Research*, 4 (3): 1-6.

Bourassa, J. P. 2000-Le Moustique : par solidarité écologique. Les Éditions du Boréal, Québec.240p.

Brunhes I., Rhaim A., Geoffroy B., Angel G. & Hervy J. P., 1999. Les moustiques de l'Afrique méditerranéenne, Logiciel d'identification et d'enseignement, I.R.D.

Brunhes J. et al. 1999. Logiciel : clé d'identification des culicidés d'Afrique méditerranéenne. IRD de Montpellier et institut pasteur de Tunis.

Brunhes J., Rhaim A., Geoffroy B., Angel G., Hervy J.P., 2000. Les Culicidae d'Afrique Méditerranéenne, publié aux IRD édition sous le n° ISBN 2-7099-1380-1.

Brunhes J., Rhaima., Geoffroy B., Angel G. et Hervy J. P., 1999- Les Culicidae d'Afrique méditerranéenne. Logiciel de L'institut de Recherche pour le développement, Montpellier, France, IRD et IPT. CD-ROM collection Didactique IRD Editions.

Brunhes, Abdrahim, Geoffroy, Angel, Hervet, 2000. Identification des culicidae d'Afrique méditerranéenne. CDRom I.R.D. Montpellier. France.

Brunhes, Hassain, Rhaim et Hervy. 2001. Les espèces de l'Afrique méditerranéenne : Espèces présentes et répartition (Diptera, Nematocera). *Bull. Ent. France*, extrait: 105(2) : 195-204.

Brunhes, J., Abdel Rhaim, Groffroy, B., Angel G. & Hervy, J.P. 2000. Identification des Culicides d'Afrique méditerranéenne. CDRom I.R.D. Montpellier. France.

Bussieras, J. & Chermette, R. 1991. Parasitologie vétérinaire. Entomologie. Service Parasitologie. ENVA : 58-61.

Cachereul, A. 1997. Les moustiques : cycle de développement, aspects anatomophysiologiques et régulation du cycle ovarien. Thèse Médecine Vétérinaire. Nantes. 117 p.

Carnevale P and Robert V. 2009. Les anophèles : Biologie, transmission du Plasmodium et lutte antivectorielle, Marseille : IRD Editions.

CDC, Centers for Disease Control and Prevention, 2012. Anopheles mosquitoes. (En ligne).

Chauvin R., 1956. Physiologie de l'insecte. I.N.R.A. Paris, 1-917.

Clastrier J et Senevet.G., 1961. Les moustiques du sahara central. Institut Pasteur d'Algérie et Laboratoire d'Entomologie der Service Antipaludique de la Délégation Générale du Gouvernement en Algérie. T. XXXZX, no 2. p25

Clastrier, 1941. La présence en Algérie d'Orthopodomyia palpalis. Rodani. Arch. Inst. Pasteur Alg. 19 (4) : 443-446.

Clements A.N. 1999. The Biology of Mosquitoes: Sensory Reception and Behavior. CAB International Publishing, 576 p.

Clements, A.N. 1992. The biology of mosquitoes: Development, nutrition and reproduction Chapman & Hall.

CNEV, Centre National d'Expertise sur les Vecteurs. 2014. Définition d'un vecteur

Coldrey J. & G. Bernard., 1999 - Le moustique. Les Éditions École Active. Montréal, 25 p.

Dajoz, 2000. Précis d'écologie. 7^{ème} Ed. Dunod, Paris, 433 p.

Dajoz R., 1971. Précis d'écologie. Revue géographique de l'EST, 434 p., 140 fig.

DAJOZ R., 1975. Précis d'écologie. Ed., Dunod, Paris, 549p.

Dajoz, R., 1971. – Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 340 p.

Dajoz, R., 1976. - Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliqués. 3^{ème} Ed. Coll.

DAJOZR., 2010. Dictionnaire Anatomie, systématique, biologie. Ed. Lavoisier, Paris, 336p.

Ecologie des Culicidae (Diptera) et état du paludisme dans la péninsule de Tanger. Thèse Doc. Es-sciences, Faculté des sciences Tétouane (Maroc): 266 pp.

Emberger, L. 1952. Sur le quotient pluviométrique. CR. AC.Sciences, 134 : 2508-2511.

Emberger, L. 1971. Travaux de botanique et d'écologie. Masson, Paris : 242-511.

Ghazali, D. & Zaid, A. 2013. Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama-Jerri (Région de Meknès –Maroc). Larhyss Journal, 12: 25-36.

Gilot B., Puech M., Rosset J.-P. & Joubert L., 1979. Premier Isolement en France du virus myxomateux à partir d'un culicidé *Culiseta annulata* Schrank, 1976, Diptera, Culicidae, en période hivernale. Bulletin de la Société des Sciences Vétérinaires et Médecine comparée, 81 2 : 99-103.

Gratz N.G. 2004a. The mosquito-borne infections of Europe. European Mosquito Bulletin [Journal of the European Mosquito Control Association], 17, 1-7.

Gratz N.G. 2004b. Critical review of the vector status of *Aedes albopictus*. Medical and Veterinary Entomology, 18, 215–227.

Gubler, D. J. 1998. Dengue and dengue hemorrhagic fever. Clinical microbiology reviews, 11(3), 480-496.

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

Harânt H., Rioux J. A. & Jarry D., 1955. Les Culicides autochtones et anémochores de la ville de Montpellier : 466 - 467.

Hassaine K., 2002 - Biogéographie et biotypologie des Culicidae (Diptera – Nematocera) de l’Afrique méditerranéenne. Bioécologie des espèces les plus vulnérantes (*Aedes caspius*, *Aedes detritus*, *Aedes mariaae* et *Culex pipiens*) de la région occidentale algérienne. Thèse Doc .d’état. Univ. Tlemcen : 203p.

Hawley, W.A. 1988. The biology of *Aedes albopictus*. J Am Mosq Control Assoc Suppl1: 1-39.

Himmi O., 2007. Les culicides (Insectes, Diptera) au Maroc : Systématique, écologique et études épidémiologiques pilotes.

Himmi O., 2007a. Les culicides (Insectes, Diptères) au Maroc : Systématique, écologique et études épidémiologiques pilotes.

Holstein M. 1967. Dynamics of *Aedes aegypti*. Distribution density and seasonal prevalence in the mediterranea area. Bull. O.M.S., 36, pp.541-543.

Izri, A., Bitam, I., Charrel, R.N. 2011. Première documentation entomologique d’*Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (Skuse, 1894) en Algérie. Microbiologie clinique et infection 17, 1116-1118.

Janet, F. 2010. Imaginez un monde sans moustiques, Courrier international, numéro 1049, article traduit en français depuis un article publié en anglais dans la revue Nature, 466, 432-434 : (en) Ecology : A world without mosquitoes

-
- Kampango, A., Abílio, A.P. 2016.** Le tigre asiatique chasse dans la ville de Maputo - le premier rapport confirmé d'*Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1895) au Mozambique. *Parasites & Vectors* 9, 76.
- Kebbas, C., 2006.** Diversité et approche écologique des Orthoptéroïdes dans la plaine de Maghnia (Région de Tlemcen). Publication INPV, 109-123.
- Kettle, F.S. 1995.** *Medical and Veterinary Entology*, 2^o editon, Wallingford : CAB International. 725 p.
- Knight K.L et Stone A., 1977-** *A Catalogue of the mostiquoes of the world (Diptera, Culicidae)*, 2nd Ed., Thomas, Say Foundation, 611p.
- Lafri, I., Bitam, I., Beneldjouzi, A., Ben Mahdi, M.H. 2014.** Un inventaire des moustiques (Diptera: Culicidae) en Algérie. *Bulletin de la Société Zoologique de France* 139, 255-261.
- Larbi Cherif Y., 2015-** Diversité et caractérisation des habitats des diptères (Diptera, Culicidae) de la région de Chetouane (Tlemcen). *Mém., Ing., Univ., Aboubaker Belkaid., Tlemcen*, 58 p.
- Louah M. A., 1995 & Hassaine K., 2002.** Biogéographie et biotypologie des Culicidae (Diptera – Nematocera) de l’Afrique méditerranéenne. Bioécologie des espèces les plus vulnérantes (*Aedes caspius*, *Aedes destritus*, *Aedes mariaae* et *Culex pipiens*) de la région occidentale algérienne. Thèse Doc. D’état. Univ. Tlemcen: 203p.
- Lounaci ,2003.** Biosystématique et bioécologie de Culicidae (Diptera, Nematocera) en milieux rural et agricole. *Mem. Mag. INA, El-harrach*.131p.
- Lounaci Z., 2003-** Bio systématique et bio écologie des Culicidae (Diptera : Nematocera) en milieu rural et agricole. *Mém., Magi., INA., El Harrach*, 324 p
- Lyimo, E.O.,Takken, W. & Koella, J.C. 1992.** Effect of rearing temperature and larval density on larval survival, age at pupation and adult size of *Anopheles gambiae*. *The Netherlands Entomol. Soc. Entomol. Exper. Appli. Vol.63, Issue3*: 265-271.
- Mathilde Goulu, 2015.** Développement d’une nouvelle stratégie de protection chimique contre les moustiques vecteurs de maladies : Utilisation d’une association répulsif/insecticide afin d’optimiser l’efficacité du traitement tout en réduisant les doses utilisées. *Sciences agricoles. Université d’Angers, Français*.

Messai N., Berchi S., Boulknafd F. & Louadi K., 2010. Inventaire systématique et diversité biologique de Culicidae (Diptera : Nematocera) dans la région de Mila (Algérie). Entomologie faune 63(3), p.203-206.

Metge G., 1977. Etude synécologique de la dépression du Viguiérat. Essai d'écologie quantitative en milieu hydromorphes et halophile. Thèse d'Univ. Univ. Aix Marseille III : 463p

METGE G., 1986. Etude des écosystèmes hydromorphes (Daya et Merja) de la meseta occidentale marocaine. Typologie et synthèse cartographiques à objectif sanitaire, appliqué aux populations d'*Anopheles labranchiae* (Falleroni, 1926), (Diptera, culicidae, anophelinae). Thèse Doc., Marseille : 280p

Mokrani H, 2018. Contribution à l'étude de la Bioécologie des Culicidae au barrage de Taksebt de Tizi Ouzou. Tizi Ouzou : UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU, 79P

Muller ,1985. L'avifaune forestière nicheuse des Vosges du Nord. Sa place dans le contexte médio-Européen. Thèse de Doctorat Sci, Univ. Dijon, 318 p.

Neveu-Lemaire, M. 1952. Précis de parasitologie vétérinaire, maladies parasitaires des animaux domestiques. 3^e Edition. Vigot frère : 15-19.

O.M.S. (Organisme Mondial de la Santé).2003-Entomologie du paludisme et contrôle des vecteurs: Guide du stagiaire.Provisoire, Genève. 102p.

O.M.S. Organisation Mondiale de la Santé 1963. Méthode à suivre pour déterminer la sensibilité ou la résistance des larves de moustiques aux insecticides. In Résistance aux insecticides et lutte contre les vecteurs. Treizième rapport du comité OMS d'experts des insecticides, Genève : OMS, Sér. Rapp. Techn. 265, pp. 55–6.

O.M.S., 2016 - Organisation mondiale de la santé , aide-mémoire, N387, maladies à transmissions Vectorielle.

Oliva C. 2012. Études biologiques et comportementales de deux espèces de moustiques (*Aedes albopictus* et *Anopheles arabiensis*) vectrices de maladies en vue du développement de la Technique de l'Insecte Stérile (TIS) contre ces vecteurs à l'île de la Réunion

OMS (Organisation Mondiale de la Santé), 2015. Paludisme.

OMS, 2014. World Malaria Report 2014, 142p.

Rageau J., Mouchet J., Abonnenc E., 1970. Répartition géographique des moustiques (Diptera : Culicidae) en France. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. Méd. Parasitol., vol. VIII, n° 3.

Ramade F, 2003. Elément d'écologie. Ecologie fondamentale. 3^{ème} édition. Dunod. Paris. Rapport bibliographique. Ecole doctorale Vie-Agro-Santé Université de Rennes, 23 p.

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

RAMADE F., 2009. Eléments d'écologie- Ecologie fondamentale. Ed. Dunod, Paris, 689 p.

Ramade S., 1984. Elément d'écologie : écologie fondamentale. Paris, Mc Graw Hill, 397 p.

Resh et Carde, 2003. Encyclopedia of insects. Academic Press. San Diego, California, USA. Waniek, P. J.

Ribeiro H., Dacunha Ramos H., Pires C.A., & Antunes Capela R., 1988. An annotated checklist of mosquitoes of continental Portugal (Diptera : Culicidae) Actas ,Cong.Iber. Ent : 233-286.

Rioux J.A., 1958. Les Culicidae du "Midi" méditerranéen. Étude systématique et écologique, Ed. Paul le chevalier, Paris : 301 p.

Rodhain, F. & Pérez, C. 1985. Précis d'entomologie médicale et vétérinaire : notions d'épidémiologie des maladies à vecteurs. Edit. Maloine : 4-400.

Rodhan F., Perez C., 1985– Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Ed. Maloine. Paris. Chapitre 5. p. 157-175.

Rodier J., Bazin C., Broutin J.P., Chambon P., Champsaur H. & Rodi L. 1996. L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 8^{ème} édition, Dunod, Paris, 1384 p.

Roman E., 1939. Culicides arboricoles de la région lyonnaise. La larve et la nymphe d'*Aedes pulcrilarsis*. J.Med Lyon : 153-160.

Roman E., 1955. Contribution à la repartition en France des Diptères de la famille des Culicidae. Ann.Paras. 33(1/2) : 115-130.

Samanidou-Voyadjoglou A. & Darsie R.F. 1993a. New country records for mosquitoes species in Greece. Jour. Am. Mosq. Control Assoc., 9, pp. 465-466.

Samanidou-Voyadjoglou, A. & Darsie R.F. 1993b. An annotated checklist and bibliography of the mosquitoes of Greece (Diptera, Culicidae). Mosquito Systematics 25, pp. 177-185.

Schäfer, M. 2004. Mosquitoes as a part of wetland biodiversity (<http://www.divaportal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:165446> résumé]), PDF, 64 pages.

Schaffner F., Angel G., Geoffroy B., Hervy J.O. & Rhaeim A. 2001. Les moustiques d'Europe. Logiciel d'identification et d'enseignement, IRD Éditions, Montpellier, France.

Schuffenecker, I., Itean, I., Michault, A., Murri, S., Frangeul, L., Vaney, M. C., et al. 2006. Genome microevolution of chikungunya viruses causing the Indian Ocean outbreak. PLoS Med, 3(7), e263.

Seguy E., 1950. La biologie des diptères. Encycl. Entomo. XXVI. Ed. Paul le chevalier, Paris.

Senevet et Andarelli, 1954. Le genre Aedes en Afrique du Nord, I : Les larves

Senevet et Andarelli, 1956. Les Anophèles de l'Afrique du Nord et du Bassin Senevet et Prunelle, 1927.

Senevet G. et Andarelli L., 1960. Contribution à l'étude de la biologie des moustiques en Algérie et dans le Sahara algérien. Arch. Inst. Pasteur Algérie, t. XXXVIII (2) : 305 – 326.

Senevet G., Andarelli L., 1954. Le genre Aedes en Afrique du Nord, I : Les larves. Arch. Inst. Past. Algérie, 32, pp. 310-351.

Senevet G., Anderlli L., 1956. Les Anophèles de l'Afrique du Nord et du bassin méditerranéen. Encycl. Ent. Paris, 33,280 p, 666fig

Service M.W. (1968). - Aquatic insect fauna of Brownsea Island and the Isle of Purbeck, Dorset. Trans. Soc. brit. Ent, 18, 2, pp. 19-33.

Shililu JI, Grueber WB, Mbogo CM, Githure JI, Riddiford LM, Beier JC (2004) Development and survival of Anopheles gambiae eggs in drying soil: influence of the rate of drying, egg age, and soil type. J Am Mosq Control Assoc. 20(3):243-7.

Sinegre, Jilien, Gaven, 1977. Acquisition progressive de la résistance au chlorpyrifos chez les larves de Culex pipiens(L.) dans le Midi de la France. Parasitologia191-2, p.79–94.

Singh B, Singh PR, Mohanty MK. 2012. Toxicity of a plant based mosquito repellent/killer. Interdiscip Toxicol. 5(4):184-91.

Tabti F, 2015. Contribution à l'étude de la biodiversité et l'écologie des Culicides (Diptera, Culicidae) dans la région de Mghnia (Tlemcen) : Université Abou Bekr Belkaïd – Tlemcen, 63P.

Tabti. N. 2017. Etude comparée de l'effet de Bacillus thuringiensis sur les populations purifiées et des populations des gîtes artificiels de Culex pipiens (Diptera – Culicidae) dans la ville de Tlemcen. Chapitre 1. p. 5.

Trari B., 1991. Culicidae Diptera. Catalogue raisonné des peuplements du Maroc et études typologiques de quelques gîtes du Gharb et de leurs communautés larvaires. Thèse extrait, 1- 217.

Vacus G., 2012- Mémoire pour l'obtention du diplôme de médecine agricole, thème : expansion géographique d'*Aedes albopictus*, Inst. Nat., Médecine agricole, France, 109p.

Weesie et Belemsobgo ,1997. Les rapaces diurnes du ranch de gibier de Nazinga (Burkina Faso). Liste commentée, analyse du peuplement et cadre biogéographique. *Alauda*, 65: 263-278.

Willott, E. 2004. Restoring nature, without mosquitoes ? *Restoration Ecology*, 12 : 147-153.

World Health Organization. 2011. West Nile Virus. World Health Organization, Geneva.

Webographie

<https://www.cdc.gov/malaria/about/biology/mosquitoes/index.html>

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Maghnia>

<Http://fr.climate-data.org/location/45777/>

https://www.researchgate.net/figure/Situation-geographique-de_la-wilaya-deTlemcen_fig3_326200216

<Http://ecdc.europa.eu/en/publications-data/aedes-albopictus-current-known-distribution-january-2019>

يعتبر البعوض Culicidae من بين المجموعات الأكثر شهرة من الحشرات القارضة في العالم نظرًا لقدرتها على نقل العديد من الأمراض الخطيرة. تجري دراسة حشرية من أبريل إلى يونيو 2021 في ثلاثة مواقع ببلدية مغنية (مغنية فيل ، حمام بوغراره ، حمام شيغير (لتأكيد أو نفي وجود الزاعجة البيضاء في هذه المنطقة. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها من هذه الدراسة من 12 مجتمًا 8 متوقعة و 4 مخلوقة وجود أربعة أنواع تنتمي إلى فصيلة كوليسينا. أكثر الأنواع وفرة هي *Culiseta longiareolata* ، وهي موجودة في جميع المجاثم ، حيث يبلغ مجموعها 85 % من إجمالي السكان المحصود . *Culiseta annulata* يأتي في المرتبة الثانية بنسبة ، 10.96% يليه *Orthopodomyia pulcripalpis* بنسبة ، 2.9% ، والأندر هو *Aedes detritus* بنسبة 0.84%. لم يؤكد هذا العمل المتواضع وجود بعوضة النمر في هذه المنطقة ، ولا يبدو أن الأنواع التي تم العثور عليها متورطة في نقل مسببات الأمراض المهمة. ونتيجة لذلك ، فإن مخاطر انتقال الأمراض المنقولة بالنواقل منخفضة.

الكلمات المفتاحية: كوليكيدات ، دراسة حشرية ، بعوضة النمر ، مغنية ، تكاثر الأمراض الناقلة.

Résumé

Les Culicidae sont parmi les nombreux groupes d'insectes piqueurs les plus connus au monde grâce à leur capacité à transmettre plusieurs maladies dangereuses. Une étude entomologique est menée de avril à juin 2021, dans trois sites de la commune de Maghnia (Maghnia ville, Hammame Boughrara, Hammame Chiguer) dans le but de confirmer ou d'infirmer la présence d'*Aedes albopictus* dans cette région. Les résultats acquis de cette étude à partir de 12 gîtes (8 prospectés et 4 créés) ont montré l'existence de quatre espèces , appartenant à la sous-famille des Culicinae. L'espèce la plus abondante est *Culiseta longiareolata*, elle est présente dans tous les gîtes, totalise à elle seule 85% du peuplement global récolté. *Culiseta annulata* vient en deuxième position avec 10.96%, suivi par *Orthopodomyia pulcripalpis* avec 2.9%, et la plus rare est *Aedes detritus* avec 0.84%. Ce modeste travail n'a pas permis de confirmer la présence du moustique tigre dans cette région, et les espèces trouvées ne semblent pas être impliquées dans la transmission d'agents pathogènes importants. De ce fait, le risque de transmission de maladies à transmission vectorielle est faible.

Mots clés : Les Culicidae, étude entomologique, moustique tigre, Maghnia, gîtes maladies vectorielles.

Abstract

Culicidae are among the many groups of biting insects that are best known in the world because their ability to transmit several dangerous diseases, An entomological study is being carried out from April to June 2021, at three sites in the municipality of Maghnia (Maghnia, Hammame Boughrara, Hammame Chiguer) in order to confirm or deny the presence of *Aedes albopictus* in this region. The results obtained from this study showed the existence of four species from 12 roosts (8 prospected and 4 created), belonging to the Culicinae subfamily. The most abundant species is *Culiseta longiareolata*, it is present in all the roosts, alone totaling 85% of the total population harvested. *Cs. annulata* comes second with 10.96%, followed by *or. Pulcripalpis* with 2.9%, and the rarest *Aedes detritus* with 0.84%. This modest work has not confirmed the presence of the tiger mosquito in this region, and the species found do not appear to be involved in the transmission of important pathogens. As a result, the risk of transmission of dangerous diseases is low.

Keywords: Culicidae, entomological study, tiger mosquito, Maghnia, breeding, vector diseases.