

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة عمار ثليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT

كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
قسم البيولوجيا
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sciences Biologiques

Option : parasitologie et interactions négatives

THEME

**Utilisation des bio-insecticides (macro-algues) dans la lutte contre les
culicidae dans la région de Laghouat (Lalmaya).**

Soutenu le : (05-06- 2016)

Présenté par :
Largat Meriem.
Souahlia Mebarka.

Devant le jury :

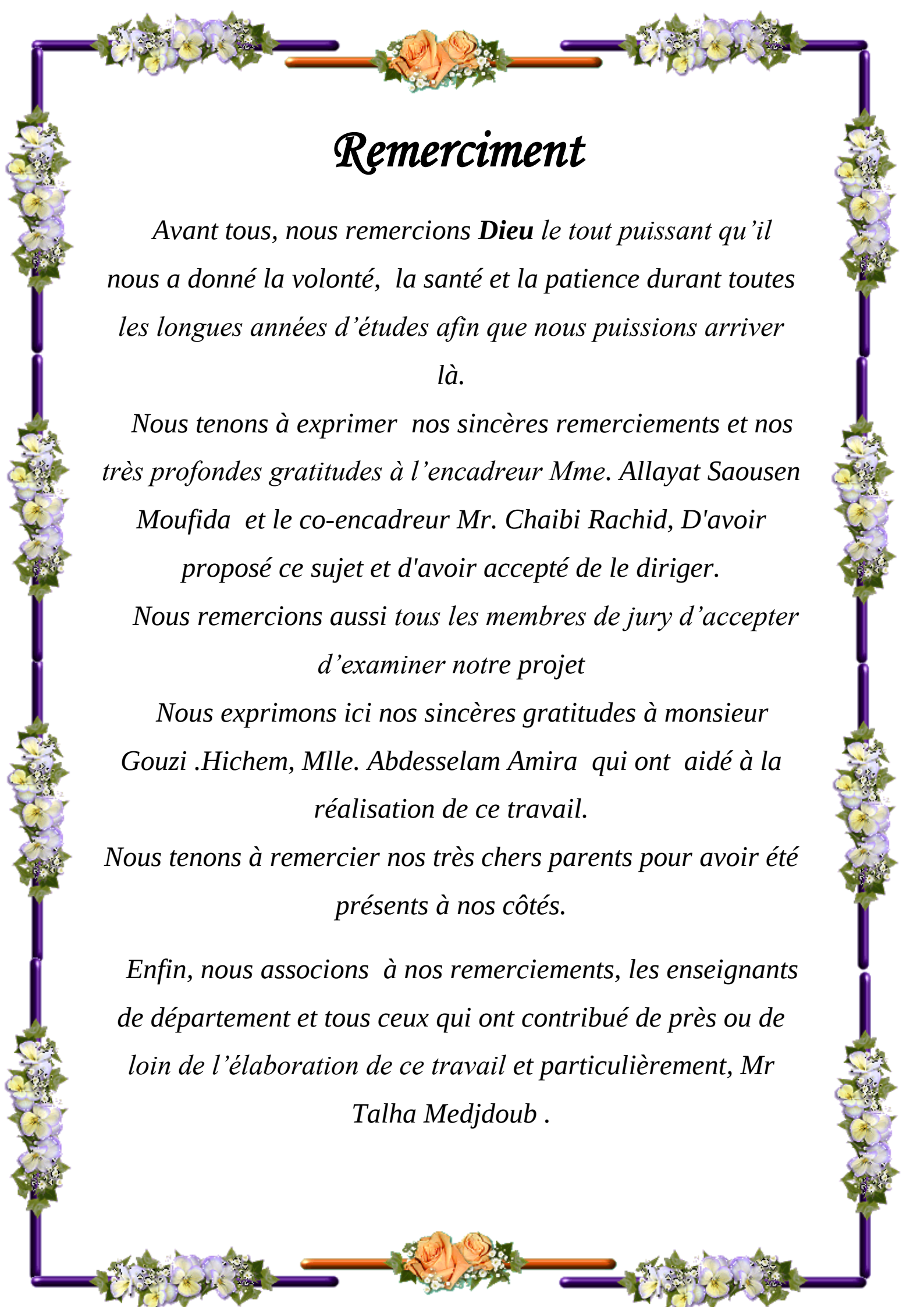
Président : Mr. Ghermaoui Mohamed.

Rapporteur : Mme. Allayat Saousen Moufida.

Co-Rapporteur : Mr. Chaibi Rachid.

Examinatrice : Mlle. Abedesselam Amira.

Promotion : 2015 – 2016



Remerciment

*Avant tous, nous remercions **Dieu** le tout puissant qu'il nous a donné la volonté, la santé et la patience durant toutes les longues années d'études afin que nous puissions arriver là.*

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements et nos très profondes gratitudes à l'encadreur Mme. Allayat Saousen Moufida et le co-encadreur Mr. Chaibi Rachid, D'avoir proposé ce sujet et d'avoir accepté de le diriger.

Nous remercions aussi tous les membres de jury d'accepter d'examiner notre projet

Nous exprimons ici nos sincères gratitudes à monsieur Gouzi .Hichem, Mlle. Abdesselam Amira qui ont aidé à la réalisation de ce travail.

Nous tenons à remercier nos très chers parents pour avoir été présents à nos côtés.

Enfin, nous associons à nos remerciements, les enseignants de département et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin de l'élaboration de ce travail et particulièrement, Mr Talha Medjdoub .

✿ Dédicaces ✿

Au nom de Allah le Clément et le Miséricordieux, A l'aide de Dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie, j'ai pu réaliser ce travail que je dédie :

A mes parents :

A mes chers et respectivement parentes Vraiment aucune dédicace ne saurait exprimer mon attachement, mon amour et mon affection, je vous offre ce modeste travail en témoignage de tous les sacrifices et l'immense tendresse dont vous m'avez toujours su me combler.

A mon frère et mes sœurs : Ahmed, Zineb, Maria, Amel et Nour.

À mes chères amies Fatima, Regaia, Messaouda , Saaida, Hind, Meriem ,aicha et Asma . En témoignage de l'amitié qui nous uni et des souvenirs de tous les moments que nous avons passé ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

A tous mes professeurs du département de biologie surtout Mme Alayat Moufida saousen, Melle. Abdesselam Amira et Ms.Gouzi Hichem.

A belles petites Rytaj et fati ; que DIEU vous gardes et vous prêtez bonne santé et longue vie, bon succès

A tous mes proches ; A mes grandes mères, A toute la famille Souahlia à Djelfa et à Laghouat et toute ma famille de près et de loin

A tous mes collègues et mes enseignantes du travail de CEM de Elhouita, surtout ceux qui m'ont aidé et encouragés à la réalisation de ce travail.

A tous qui sont toujours dans mon cœur et ne sont pas écrits dans ce mémoire et ceux que mon plume a oublié.

Mebarka

✿ *Dédicaces* ✿

Premièrement, je dédie ce modeste travail

-A la mémoire de mon grand-père Abed El Rahman

-A la mémoire de mes grands-parents El Hadja et El Mahi

-A la mémoire de tous s'eux qui nous ont quittés

«J'aurais tant aimée que vous soyez parmi nous dans des moments pareilles »

A mes chers parents, que je les remercie durant toute ma vie pour, leur confiance, leur tendresse, leur amour, qui me portent et me guident tous les jours,

A ma très chère grande mère, qui m'a aidé pour avoir aux mes buts, qui m'a soutenu moralement et matériellement pour réaliser ce mémoire, que je l'espère que dieu lui donne longue vie et une prospère santé.

· A mes chères sœurs Fatima Hanan Hanadi, et chères frères Abed El Kader, Omar El Farouk.

Aux nouveaux nés Abed El Djalil ; Taher qu'ils nous ont donné la joie pour leur naissance, que je les espère que dieu les garde.

A tous mes oncles, toutes mes tentes, aussi à tous mes proches

A toutes les familles Largat, Belli, Rabhi, Ben chettouh, Nourani

·A tous mes amis, à tout qui m'a connu et m'a donné le respect, qui a espéré pour moi le bonheur.

« Ce n'est pas forcément de présenter toutes les personnes que nous l'aimons, dont leur endroit c'est le cœur »

Meriem



Résumés

Résumé

Les moustiques sont généralement contrôlés par des insecticides conventionnels qui ont eu à long terme des effets secondaires sur l'environnement et les organismes non visés et qui causent avec le temps l'augmentation de la résistance de certains insectes aux ces insecticides .La lutte biologique , qui est une alternative à la lutte chimique et qui est devenue un élément de la stratégie du contrôle intégré ,offre des bonnes perspectives de lutte contre les moustiques avec un minimum de risques écotoxicologiques.

Afin d'estimer l'effet des algues sur des larves des moustiques, nous avons utilisée l'extrait et la poudre d'un type algue filamenteuse (*Spirogyra sp*) à l'égard de genre des moustiques *Anophèle sergenti sergenti* et *Culex hortensis* au niveau de lalmaya de la région de la Laghouat. Nos résultats montrent que la poudre d'algue est plus efficace que l'extrait ou ce dernier est efficace au fur et à mesure de temps d'exposition.

Mots clés : insecticides, lutte biologique, *Spirogyra sp*, *Anophèle sergenti sergenti* , *Culex hortensis* ,Laghouat .

Abstract

Mosquitoes are usually generally controlled by conventional insecticides that have had long-term side effect on the environment and non-target organisms and cause with time increase of the resistance of some insects to these insecticides. The biological control which is an alternative to chemical control and that becomes an element of the strategy of an integrated control, offers good prospects of fight against mosquitoes with minimum ecotoxicological risks.

in order to estimate the effect of algae on the mosquito larvae, we used the extract and the powder of filamentous algae type (*Spirogyra sp*) according to the kind of mosquitoes *Anopheles sergenti sergenti* and *Culex hortensis* of the region of Laghouat (lalmaya). The results show that the powder of algae is more effective than the extract; the latter is more effective at the time.

Keywords: insecticides, biological control, *Spirogyra sp*, *Anophèle sergenti sergenti* , *Culex hortensis* ,Laghouat.

المخلص

يتم التحكم عادة في البعوض بالمبيدات الحشرية التقليدية التي لها آثار جانبية على المدى الطويل. على البيئة و الكائنات الغير المستهدفة والتي تسبب مع مرور الوقت زيادة مقاومة الحشرات لهذه المبيدات. أصبحت مكافحة البيولوجية البديلة للمكافحة الكيميائية عنصرا من عناصر استراتيجية مكافحة المتكاملة ,فهي تقدم احتمالات جيدة لمكافحة البعوض مع اقل مخاطر للسمية البيئية.

لتقدير تأثير الطحالب على يرقات البعوض، قمنا بدراسة مستخلص ومسحوق من نوع الطحالب الخيطية اللولبية (*Spirogyra sp*) ,فيما يتعلق بالبعوض *Anophèle sergenti sergenti* et *Culex hortensis* في منطقة الأغواط (لالماية).

أظهرت النتائج ان بودة الطحالب أكثر فعالية من المستخلص أو أن هذا الأخير فعال كما وقياسا لزمن التعرض.

الكلمات المفتاحية: المبيدات الحشرية, مكافحة البيولوجية, الأغواط, *Anophèle sergenti* , *Culex hortensis*, *Spirogyra sp* ,*sergenti*.

Liste des figures

N°	Figure	Page
01	Les genres des culicidae.	4
02	morphologie générale d'un moustique adulte.	5
03	Émergence de l'adulte.	5
04	Morphologie de thorax Culicidienne	7
05	Morphologie des ailes chez les Moustiques	7
06	Structure du la patte d'un Culicidae	8
07	Dimorphisme sexuel chez les moustiques : têtes de males à gauche (Anophelinae en haut, Culicinae en bas) et têtes femelles à droite (Anophelinae en haut, Culicinae en bas)	8
08	Œufs en Nacelle de Culex pipiens	9
09	Larve de Cx. Pipiens	10
10	Les larves de moustiques des genres <i>Aedes</i> , <i>Anopheles</i> et <i>Culex</i>	10
11	Morphologie externe de la tête de la larve des Culicidae	11
12	Chetotaxie de la face dorsale du thorax et de l'abdomen des larves a : Culicinae ; b : Anophelinae.	12
13	Soies du siphon et des segments VIII et X d'une larve de Culicinae.	13
14	Nymphe de Cx. <i>pipiens</i> .	14
15	Morphologie d'une nymphe de Culicidae (<i>Ochlerotatus canadensis</i>).	14
16	Cycle de développement biologique du moustique.	16
17	Les différences morphologiques entre les <i>Culicinae</i> et <i>l'Anophilinae</i> .	17
18	Représentation schématique d'une macro-algue brune de type fucale.	28
19	Représentation schématique d'une micro-algues.	28

20	Reproduction sexuée chez <i>Spirogyra</i> : (A-B) formation de ponts de conjugaison entre cellules de filaments, (C) le contenu des cellules du filament mal passe par ces ponts pour entrer dans le filament femelle, (D) la fécondation s'effectue dans ces cellules.	33
21	Le cycle biologique de <i>Spirogyra</i> (à lire de gauche à droite sur la ligne horizontale).	33
22	Cycle haplobiontique du <i>Spirogyra</i> .	32
23	Zonation verticale des macroalgues.	36
24	Situation géographique de la région de Laghouat.	43
25	Localisation des sites d'études.	48
26	La technique du coup de louche(Originale.2016).	49
27	Algue <i>Spirogyra</i> sp. (Originale, 2016).	50
28	Caractères morphologiques de <i>Culex hortensis</i> .	55
29	Critères d'identification de l' <i>Anophèle sergentii sergentii</i> .	56
30	Effet de la poudre de <i>spirogyra sp</i> sur les larves du <i>culex hortensis</i> .	58
31	Effet de la poudre de <i>spirogyra sp</i> sur les larves d'An.sergenti sergenti.	59
32	Effet de l'extrait de <i>spirogyra sp</i> sur les larves du <i>culex hortensis</i> .	60
33	Effet d'extrait de <i>spirogyra sp</i> sur les larves d'An.sergenti sergenti.	61

Liste des tableaux

N°	Tableau	page
01	Les Températures moyennes mensuelles enregistrées à Laghouat (2002-2014).	45
02	Les précipitations moyennes mensuelles enregistrées à Laghouat de (2002- 2014).	45
03	Vitesse du vent (m/s) moyenne mensuelle de la région de Laghouat (2002-2012).	46
04	Humidité moyenne mensuelle de la région de Laghouat (2002-2012).	46
05	Récapitulatif des sites d'étude.	48
06	Liste des espèces inventoriées.	53
07	Liste des espèces de Culicidae inventoriées au cours de cette étude.	53
08	La mortalité des <i>Cx hortensis</i> et <i>An sergenti sergenti</i> mets aux algues fraîches.	57
09	Taux de Mortalité observée après 24h des larves du 4ème stade de <i>culex hortensis</i> traitées par poudre de <i>spirogyra sp.</i>	58
10	Taux de mortalité observée après 24h des larves du 4ème stade d' <i>An sergenti sergenti</i> traitées par la poudre de <i>spyrogyra sp.</i>	59
11	Mortalité observée après 12h et 24 h des larves du 4ème stade de <i>Culex hortensis</i> traitées par l'extrait de <i>spyrogyra sp.</i>	60
12	Taux de mortalité observée après 24h des larves du 4ème stade d' <i>An sergenti sergenti</i> traitées par l'extrait de <i>spyrogyra sp.</i>	61

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
C.D.F	Conservation Des Forets
D.P.A.T	Direction de Programmation et de l'Aménagement du Territoire
D.S.A	Direction des Services Agricoles
Cx	Culex
Cs	Culesita
An	Anopheles
Ae	Aèdes
G	Gite
OMS	Organisation mondial de la Santé
%	Pour cent
ADN	Acide disoxyribonucléique
C°	Degré Celsius
cm	Centimètre
E	Est
Fig	Figure
g	Gramme
ha	Hectare
Km	Kilomètre
km²	kilomètre au carré
l	Litre
L4	Larve de stade 4
m	Mètre
Mg+2	Magnésium
ml	Millilitre
mm	Millimètre
Moy	Moyenne
N	Nord
s	Seconde
sp	Espèce
T moy	Température moyenne
V	Vitesse
h	Heure
R	Répétition
C	Concentration
CL 50	Concentration létale 50
mg	Milligramme

Table des matières

Remerciements	I
Dédicace	II
Résumé	III
Liste des figures	IV
Liste des tableaux	V
Liste des abréviations	VI
Introduction	1
Chapitre I. Généralité et présentation des culicidae	
I. 1. Présentation des culicidae	3
I.2. Position Systématique	3
I.3.Morphologie	4
I. 3.1. Adulte (imago).....	5
I.3.1.1.Tête.....	6
I.3.1.2.Thorax.....	6
I.3.1.3.Aile	7
I.3.1.4.Pattes.....	7
I.3.1.5.Abdomen.....	8
I.3.1.6.Le dimorphisme sexuel.....	8
I.3.2 .Œufs	9
I.3.3Larves	9
I.3.3.1.La tête.....	10
I.3.3.2Le thorax	11
I.3.3.3.L'abdomen.....	12
I.3.4 Nymphes.....	13
I.4.Cycle de développement du moustique.....	14
Phase aérienne.....	15
Phase aquatique	15
I.5.Caractères distinctifs des genres anophélineae et culicinae.....	16
I.6.L'intérêt écologique, médical et vétérinaire des Culicidae.....	17
I.6.1. Maladies vectorielles.....	17
I.6.1.1.Le paludisme	17
I.6.1.2.La dengue	18
I. 6.1.3.Fièvre du Nil occidental ou Infection par le virus West Nile.....	18
I.6.1.4.la fièvre jaune.....	18
I.6.1.5.Chikungunya	19
I.6.1.6. La Filariose lymphatique	19
I.6.2. La lutte contre les maladies à transmission vectorielle.....	19
I.6.2.1. Traitement anti-larvaire.....	19
I.6.2.1.1. Les différents moyens de lutteantivectorielle.....	20
I.6.2.1.2. Les classes d'insecticides utilisés dans la lutte antivectorielle.....	21
- Les organochlorés : DDT.....	21
- Les carbamates.....	22
- Les Pyréthriinoïdes.....	22
I.6.2.2. Traitement (lutte) anti-adulte.....	23
I.6.2.3. Les inconvénients des insecticides	24

Table des matières

Chapitre II. Généralités sur les algues

I.1. Définition et position dans le règne végétal	27
I.2. Structure des algues :	27
I.2.1. Les macroalgues	27
I.2.2. Les microalgues	28
I.3. Taxonomie des algues	29
I.3.1. Les algues vertes (chlorophycophytes)	29
I.3.2. Les algues rouges (rhodophycophytes)	29
I.3.3. Les algues brunes (phéophycophytes)	30
I.3.4. Les algues bleues (Cyanobactéries)	30
I.4. Caractéristiques générales de l'espèce d'algue étudiée (<i>Spirogyrasp</i>) :	30
I.4.1. Origine de <i>Spirogyrasp</i>	30
I.4.2. Biologie.....	31
I.4.2.1. Description.....	31
I.4.2.2. Classification.....	31
I.4.2.3. Reproduction et propagation.....	32
I.4.2.4. Cycle biologique.....	32
I.4.2.5. Cycle saisonnier, croissance.....	33
I.4.2.6. Biomasse.....	34
I.4.2.7. Alimentation.....	34
I.4.3. Distribution actuelle.....	34
I.4.4. Biotope :	34
I.4.4.1. Paramètres physiques.....	35
I.4.4.2. Paramètres chimiques.....	35
I.5. Écologies des algues.....	36
I.6. Distribution :	37
I.7. Composition et valeur nutritive des algues.....	37
I.8. Longévité des algues	37
I.9. Condition de vie des algues.....	38
I.9.1. La lumière, condition essentielle.....	38
I.9.2. Le substrat (ou support)	38
I.9.3. Les facteurs hydrodynamiques.....	39
I.9.4. La température.....	39
I.9.5. La salinité de l'eau.....	39
I.10. Les utilisations des algues	39
I.10.1. Utilisation alimentaire.....	40
I.10.2. Utilisation industrielle.....	40
I.10.3. Utilisation agricole.....	40
I.10.4. Utilisations médicale et pharmaceutique.....	41
I.11. Nuisances liés aux algues.....	41
I.11.1. Détérioration esthétique.....	41
I.11.2. Consommation de l'oxygène.....	42

Chapitre III .Matériels et méthodes

I.1. Présentation des régions d'étude	43
I.1. Présentation de la région de Laghouat.....	43
I.1.1 Situation géographiques de la région de Laghouat	43
I.1.2. Les reliefs	43

Table des matières

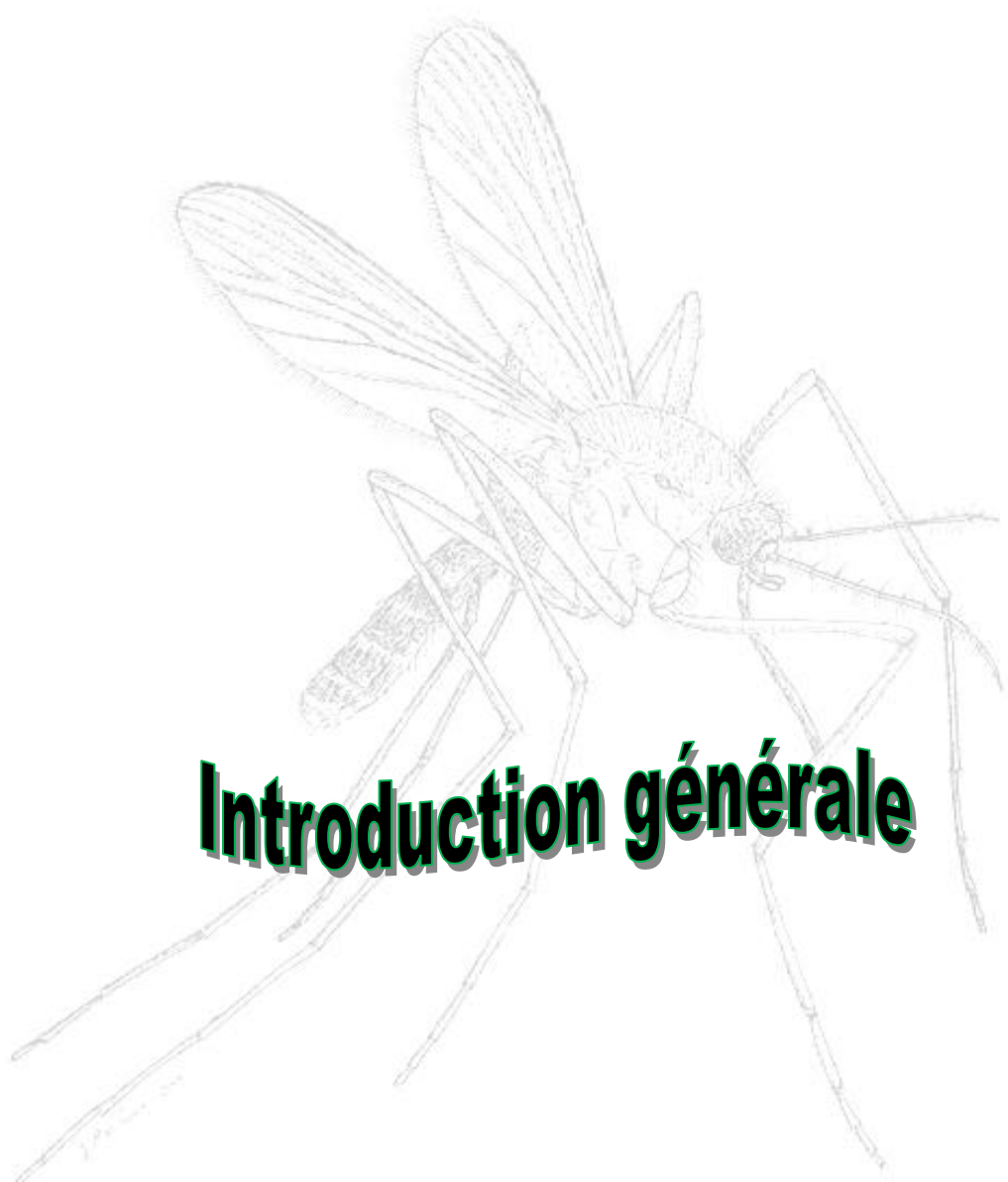
I.1.3. Le sol.....	44
I.1.4. Hydrologie.....	44
I.1.5. Les facteurs climatiques.....	44
I.1.5.1. Température	44
I.1.5.2. Pluviométrie.....	45
I.1.5.3. Vent.....	45
I.1.5.4. Humidité relative.....	46
I.1.6. La végétation.....	46
I.1.7. La faune	47
I.2. Présentation des sites d'études.....	47
I.2.1. Choix et description des stations d'étude	47
Matériel animal.....	48
I.2.2. Echantillonnage, élevage et identification des individus	48
I.2.2.1. Technique d'échantillonnage des populations Culicidiennes.....	48
I.2.2.1.1. -Montage et identification des larves au laboratoire	49
I.2.2.1.2. Mise en élevage	50
Matériel végétale.....	50
I.2.3. Préparation des poudres et extraits des algues comme des larvicides	50
I.2.3.1. Technique d'échantillonnage des algues	50
2.1.2 Produits utilisés	51
II.2.1. Préparation de l'extrait algal.....	51
Calcul le rendement.....	52
Tests de toxicité	52

Chapitre IV. Résultats et discussion

I. Résultats.....	53
I.1. Présentation des genres des culicidé utilisées.....	53
I.2. Etude Systématique des Culicidae dans la station de lalmaya.....	53
I.2.1. <i>Culex hortensis</i> (Ficalbi), 1889.....	54
I.2.2. <i>Anophèle sergentii sergentii</i> (Theobald) 1907.....	55
I.3. Résultat du Test d'algue (fraîche, poudre et extrait) sur les larves des moustiques	56
I.3.1. Test d'algue fraîche.....	56
• La variation du taux de mortalité chez les deux espèces testés.....	56
I.3.2. Test de la poudre des algues.....	57
I.3.2.1. L'étude de la mortalité des larves de <i>An sergenti sergenti</i> et <i>culex hortensis</i> traité par la poudre de <i>spyrogyra sp.</i>	57
I.3.3. Test de l'extrait des algues.....	60
I.3.3.1. L'étude de la mortalité des larves de <i>culex hortensis</i> déposées aux extraits	61
I.3.3.2. L'étude de la mortalité des larves d' <i>An sergenti. sergenti</i> déposées aux extraits.....	61
II. Discussion	62
Conclusion.....	64

Références bibliographiques

annexes



Introduction générale

Introduction générale

La place importante qu'occupent les moustiques dans la faune terrestre comme dans la faune aquatique d'une part, et la lutte contre les maladies transmises par leurs piqûres d'autre part, font de ces arthropodes un matériel d'étude important pour les biologistes (**Bendali et al., 2001; Boudjelida et al., 2005; Tine-Djebbar&Soltani, 2008; Tine-Djebbar, 2009; Messaïet al., 2010; Tine-Djebbar et al., 2011**) et un intérêt sanitaire de premier plan(**Louah et al., 1995**).

Les insectes vecteurs de virus ou de parasites ont suscité de nombreuses recherches. Certains groupes de Diptères sont responsables des plus grandes endémies. C'est le cas des Culicidae (Diptèra, Nématocèra) qui, aux quatre coins du monde, causent de graves préjudices tant à l'homme qu'aux animaux par leur rôle de vecteurs potentiels des agents responsables des maladies infectieuses, tels que le paludisme, la fièvre jaune, la dengue, la peste équine et la myxomatose. La morphologie du moustique aussi est en rapport direct avec leur avec son mode de vie. Cet insecte comporte une écophase aquatique concernant les stades pré imaginaires (larves et nymphe) alors que les adultes ont une vie aérienne (**Rioux, 1958**).

Dans le sous ordre des Diptères Nématocères, la famille des Culicidae regroupe l'ensemble des moustiques, elle comprend environ 3 200 espèces dans le monde. Elle est divisée en trois sous-familles (Anophelinae, Culicinae et Taxorhynchinae)(**Guèye, 2013**).

Les maladies à transmission vectorielle sont des maladies pour lesquelles l'agent pathogène (virus, bactérie ou parasite) est transmis d'un individu infecté (un hôte vertébré : homme ou animal) à un autre par l'intermédiaire d'un insecte hématophage. Les femelles en période de reproduction ont besoin de sang pour le développement des œufs et certaines espèces ont une préférence marquée pour le sang humain. Parmi les espèces connues dans la transmission des maladies à l'homme, nous citons celles appartenant aux genres *Culex*, *Aedes* et *Anophèles*. Les espèces du genre *Culex* transmettent des maladies parasitaires telles la filariose et la fièvre jaune alors que les espèces du genre *Anophèles* transmettent le paludisme.

Les moustiques sont présents pratiquement dans tous les continents; sauf en Antarctique, à proximité des gîtes d'eau stagnante, nécessaires pour son développement et sa reproduction (**Clement , 1999**). Ce groupe d'insectes se repartie dans les régions méditerranéennes, en Amérique, en Inde, en Europe septentrionale, en Europe méditerranéenne, en Asie et à Madagascar (**Senevet & Andarelli ., 1963**).

En Algérie les Culicidae se trouvent dans différentes parties : les *Aedes* tel *Aedes punctor* (**Senevet, 1939**), *Aedes aegypti*, propres aux villes côtières (**Senevet & Anderlli, 1954**), les *Anophèles* à Mozaia dans le massif de Tigimount, au Sud-Est d'Alger (**Clastrier,**

Introduction générale

1955) et le *Culex* dans les zones urbaines et suburbaines (Senevet & Anderlli, 1956 ; Benbadji & Larrouy, 1967; Berchi, 2000).

C'est dans le cadre de la lutte contre les vecteurs de ces maladies parasitaires que des quantités très importantes de larvicides sous forme de produits chimiques de synthèse sont utilisées pour lutter contre les larves du moustique.

Cependant, en dehors de leur toxicité, certains produits chimiques utilisés dans cette lutte sont devenus moins efficaces du fait de la résistance développée par certains moustiques (OMS, 1999).

Les scientifiques tentent alors de trouver d'autres produits accessibles, moins toxiques (produits naturels surtout qui sont connus sous le nom de bio-insecticides) pour mener cette lutte. Par ailleurs, la comparaison des produits naturels avec les produits chimiques de synthèse permettrait de mieux valoriser ces bio-insecticides naturels, même si l'utilisation de produits naturels n'est sans risques.

Dans certaines régions d'Afrique, les feuilles de tabac malaxées avec l'eau étaient utilisées pour lutter contre les moustiques et les odeurs du Basilic *Ocimum basilicum*, Basil (Labiée) et de Sarghina, *Corrigiolatelephiifolia* (Caryophyllacée) sont des répulsifs très efficaces (Aouinty et al., 2006).

De façon générale, très peu d'études sont réalisées sur l'activité insecticide des algues contre les vecteurs du paludisme et en particulier sur *An. Gambiae* et *An. funestus*. Il paraît très important de trouver de nouveaux composés insecticides ou larvicides contre les vecteurs du paludisme du fait de l'accroissement de la chimiorésistance des parasites (Sathiyamoorthy et al., 1997) d'une part mais aussi et surtout de la résistance des vecteurs aux insecticides synthétiques d'autre part.

Dans la région saharienne de Laghouat particulièrement, les études menées sur l'activité insecticide des extraits algaux vis-à-vis des larves de moustiques sont très limitées. Dans le cadre de recherches menées au sein de notre étude sur la lutte contre ces diptères, la toxicité des extraits végétaux de quelques espèces végétales locales a été étudiée sur les larves de stades L4 des Culicidés.

A travers notre étude nous avons testé l'effet larvicide des algues locales ; *Spirogyra* sp (algue frais, poudre et extrait), sur des espèces provenant d'une région Saharienne (Laghouat), dans le but de connaître les paramètres toxicologiques et les limites inférieures et supérieures de la Concentration létale (CL 50) et aussi évaluer le niveau de sensibilité des stades larvaires finaux aux ces larvicides (les algues).



Chapitre I. Généralité et présentation des culicidae

I.1.Présentation des culicidae

Les culicidés ou moustiques sont de petits insectes qui ont des ailes longues et fines ; ils diffèrent des autres diptères, comme les mouches, par la présence de petites écailles sur la plupart des nervures des ailes. Leur corps est ténu, élancé. Le corps et les pattes ont une coloration variant de brun pâle à noir, parfois marquée de taches et de bandes. Représentent un groupe très cosmopolite qui compte environ plus de 3300 espèces regroupées en 37 genres **(Carnevale et Vincent., 2009)** réparties partout dans le monde, adaptées à la plupart des climats. Parmi les moustiques les plus importants; les Culex, les Aèdes et les Anophèles. Le moustique femelle est hématophage et donc potentiellement vecteur et transmetteur des maladies **(Grassé, 2000)**. Ils sont impliqué dans la transmission des graves maladies telles que le paludisme (ou malaria), la fièvre jaune; la dengue, filariose lymphatique; virus divers... Aujourd'hui, ces maladies ont été éradiquées dans la plupart des pays tempérés grâce à des campagnes de démoustication parfois menées **(Schaffner, 2004)**.

I.2. Position systématique

Les culicidés font partie de l'embranchement des arthropodes et de la classe des Hexapodes; et l'ordre des Diptères (1paire d'ailes + haltères) **(Sérandour, 2007)**, comprend deux sous-ordres, les Brachycères à corps trapu et antennes courtes de 3 articles et les Nématocères à corps élancé et antennes longues de plus de 5 articles. C'est au sous-ordre des Nématocères et à la famille des Culicidae (trompe piqueuse-suceuse) qu'appartiennent les moustiques **(Giles, 1902 ; Séguy, 1923 ; Matile, 1993)**. Wilkerson (2010), a publié la dernière mise à jour de la systématique de la famille des Culicidae, en mentionnant l'existence de 3603 espèces de moustiques dans le monde. Les espèces de moustiques recensées sont réparties dans les deux seules sous-familles Anophilinae et Culicinae, avec trois et quarante genres respectivement. Par contre la troisième sous-famille Toxorhynchitinae proposée par Edwards (1932) est placée dans une tribu à part au sein des Culicinae, après les dernières révisions effectuées sur la systématique de la famille **(Harbach et Kitching., 1998 ; Becker et al., 2003)**.(Fig 1)

Embranchement : Arthropoda

Classe : Insecta

Ordre : Diptera (Linné, 1758)

S/O : Nematocera (Latreille, 1825)

Famille : Culicidae (Latreille, 1907)

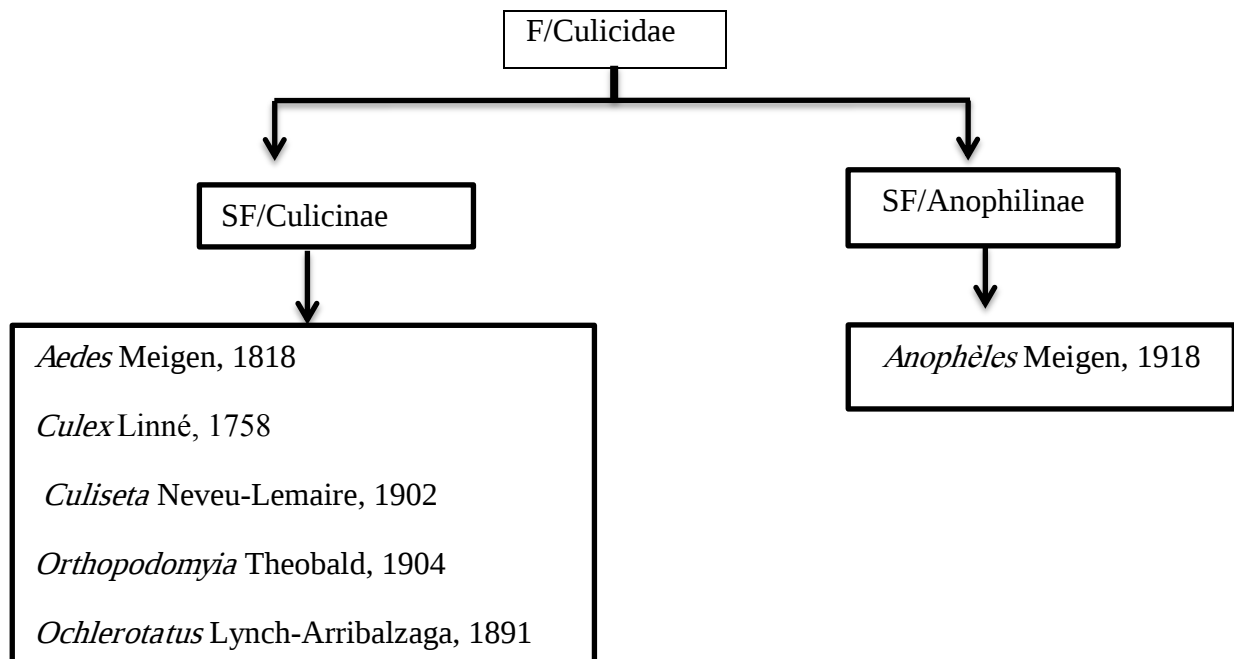


Figure 01 : Les genres des culicidae (Berchi, 2000).

I.3. Morphologie

Les moustiques sont des insectes à métamorphose complète (insectes holométaboles) de sorte que l'adulte, la larve et la nymphe ont des morphologies très différentes, adaptées à leurs modes de vie, aquatique pour les stades préimaginaux et aérien pour le stade adulte ou imaginal. Ils sont caractérisés par des antennes longues et fines à multiples articles (6 à 40 articles) (Alayat, 2011). Ils se distinguent des autres insectes piqueurs par leur long corps grêle, leurs longues pattes, et par des femelles possédant des longues pièces buccales en forme de trompe rigide vulnérantes de type piqueur-suceur. On

peut quelque fois discerner une apparence d'écailles au niveau des ailes. Les imagos (insectes adultes) ont entre 2 et 12,5 mm de longueur (OMS, 1999). (fig.02)

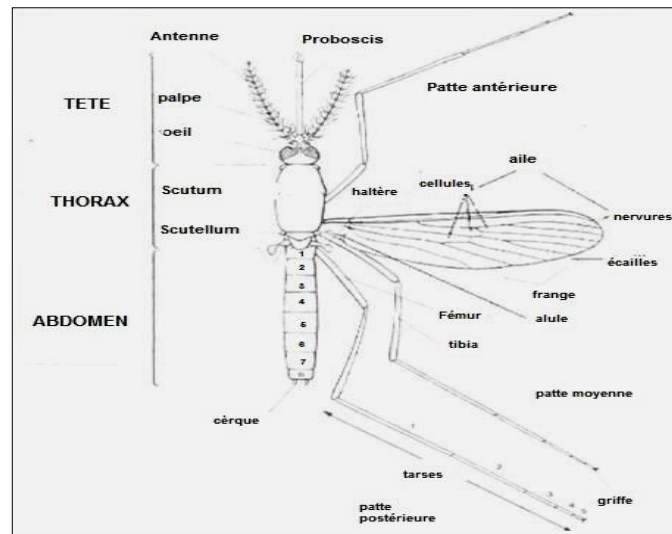


Fig 02 : morphologie générale d'un moustique adulte (Mansouri, 2014).

I.3.1. L'adulte (Imago)

Présente une taille de 05 à 20 mm un corps composé de trois parties distinctes : tête, thorax, et abdomen (Ben Malek, 2010) ; l'abdomen recouvert d'écailles ; palpes courts chez les femelles, longs chez les mâles (pour les Anophelinae longs chez les deux sexes), scutellum trilobé ; 01 ou 03 spermathèque (Boubidi , 2008 (b)).



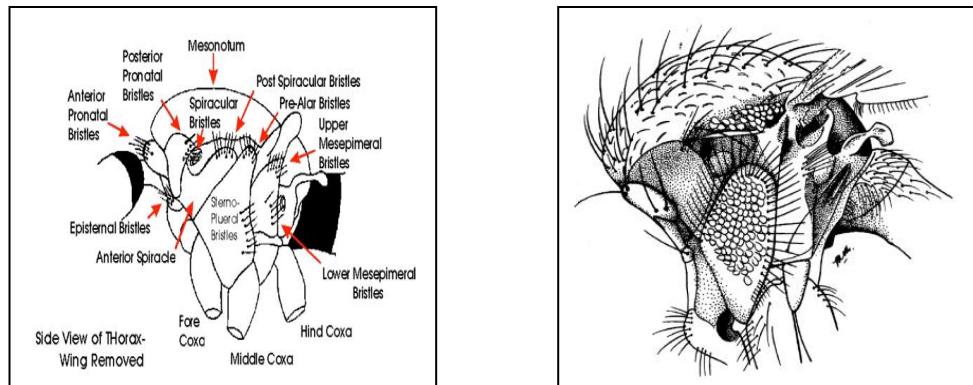
Fig 03 : Émergence de l'adulte (Ben Malek, 2010).

I.3.1.1. 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, ainsi qu'une d'antennes à 15 segments plumeuses chez le male et 16 segments presque glabres chez la femelle ; les appendices sont de type piqueur suceur. **(Himmi , 2007)**. Les deux premiers articles appelés respectivement scape et pédicelle et les articles suivants forment le flagellum, portant à leur base des verticilles de soies, dont la longueur et le nombre varient suivant le sexe. L'appareil buccal de type piqueur-suceur est constitué par une trompe allongée, très développée, toujours dirigée en avant, droite ou courbée **(Rodhain et Perez, 1985)**. Cette dernière est constituée chez la femelle, qui seule hématoophage, par une gaine en gouttière (lèvre inférieure ou labium) à concavité tournée vers le haut et terminée par deux lobes sensoriels appelés labelle. Le labium renferme 6 stylets dont l'ensemble forme l'appareil vulnérant. Ces stylets comprennent deux mandibules, deux maxilles, l'hypopharynx contenant un canal de petit diamètre (canal salivaire) et le labre (épipharynx). En se réunissant les deux derniers, forment l'appareil suceur. De tous les stylets terminés en pointe, seuls les maxilles sont dentées en scie à la partie apicale. Lors de la piqure, le labium ne pénètre pas dans les téguments mais se replie à leur surface. De part et d'autre de la trompe, sont insérés les palpes maxillaires, qui se composent de 5 articles chez tous les mâles ainsi que les femelles des Anophilinae et de 3 articles chez les femelles des Culicinae. Chez les mâles, les deux paires de stylets mandibulaires et maxillaires sont réduits ou manquants, ce qui les rend incapables de piquer **(Callot et Helluy., 1958 ; Becker et al., 2003)**.

I.3.1.2 Thorax

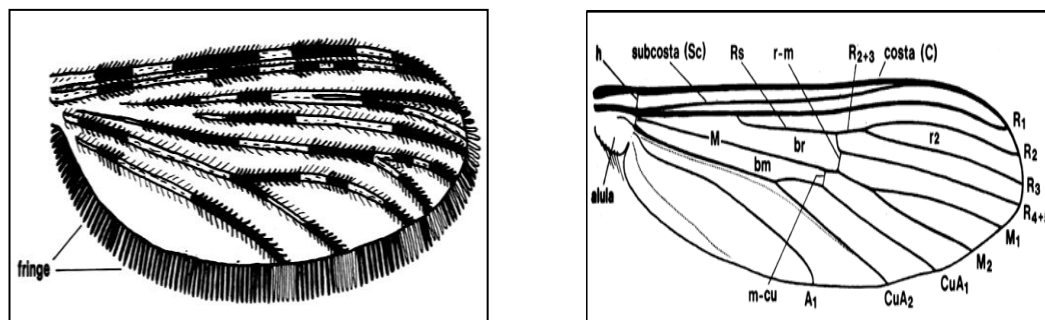
Assez globuleux et renflé à sa partie dorsale, le thorax comporte trois segments soudés, le pro, le méso et le métathorax, dont chacun présente une partie dorsale (tergum) et une partie ventrale (sternum). Les paires de soies symétriques sont numérotées 0-P à 14-P sur le prothorax, 1-M à 14-M sur le mésothorax et 1-T à 13-T sur le métathorax **(Becker et al., 2003)** signalent que seules les soies prothoraciques présentent un intérêt taxonomique. Chez les Uranotaenia, quelques soies mésothoraciques et métathoraciques peuvent aussi être modifiées et participer à la distinction des espèces **(Ramos et Brunhes., 2004)**.



Figs 04 : Morphologie de thorax Culicidienne (Boubidi, 2008).

I.3.1.3. Aile

La membrane alaire, transparente, est soutenue par des nervures longitudinales et transversales délimitant entre elles les cellules dont les plus importantes au niveau systématique sont celles qui sont comprises entre les deux fourchettes radiales R_{2+3} et R_{4+5} . En outre, ces nervures portent des écailles et le bord postérieur de l'aile est orné d'une frange d'écailles. Des écailles de formes, de couleurs et de dispositions variées, couvrent également les segments thoraciques et les pattes (Hegh., 1921 ; Becker et al., 2003).



Figs 05 : Morphologie des ailes chez les Moustiques (Boubidi, 2008 (a)).

I.3.1.4. Pattes :

Chaque patte comprend une hanche ou coxa, un trochanter ; un fémur, un tibia et les tarsi comprenant cinq articles, dont le premier est aussi long que les quatre autres réunis, le cinquième porte parfois un empodium et deux pulvilles ainsi qu'une paire d'angles égaux, simples chez la femelle et inégaux à la première paire de patte du mâle. Les écailles des pattes dessinent des mouchetures, tâches, anneaux basaux, apicaux ou opicaux ou occupant toute la longueur de l'article, très utilisés dans la systématique (Bendali, 1989). (fig.06)

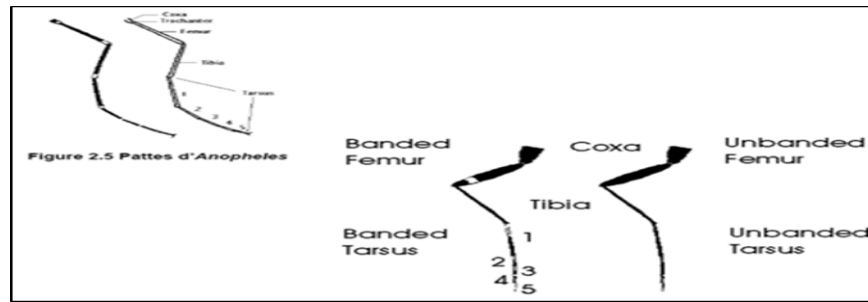


Fig 06 : structure de la patte d'un Culicidae (**Boubidi, 2008(a)**).

I.3.1.5. Abdomen

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 reliées par une membrane souple latérale. La localisation des écailles et des soies, leur couleur et leur disposition sur les tergites abdominaux sont très variés (écailles absentes chez les Anophilinae). Les deux derniers segments abdominaux, sont modifiés pour les fonctions reproductrices. Les appendices génitaux ou génitalia du mâle (hypopigium) sont pourvus de diverticules anatomiques complexes et fournissent les meilleurs caractères de systématique. Le IXe segment comporte trois articles dont le gonocoxite de forme ovoïde, le gonostyle mince et allongé et un 3ème article généralement réduit à une petite dent ou épine (**Knight et Laffoon., 1971**).

I.3.1.6. Le dimorphisme sexuel

Les femelles se distinguent des mâles par des antennes glabres. Les mâles ont eu des antennes plumeuses, et une morphologie plus effilée.

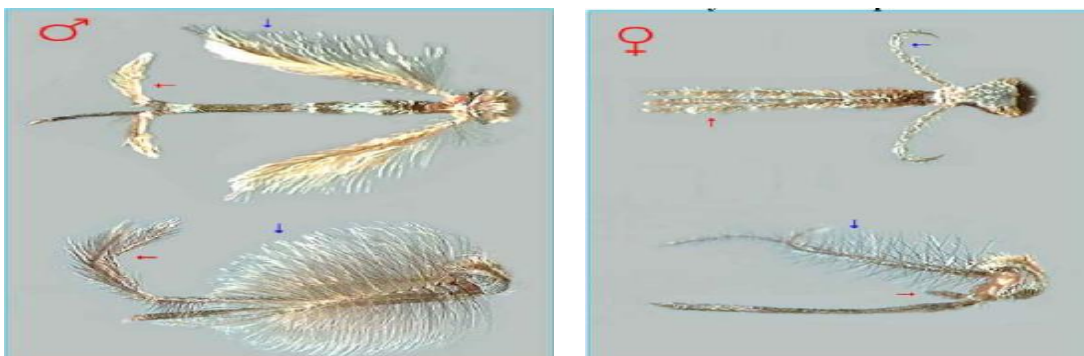


Fig 07 : dimorphisme sexuel chez les moustiques : têtes de mâles à gauche (Anophelinae en haut, Culicinae en bas) et têtes femelles à droite (Anophelinae en haut, Culicinae en bas)

I.3.2. Les œufs

Les œufs sont pondus en « radeaux » de couleur noire facilement visibles à l'œil nu, directement sur la surface de l'eau, ils sont détruits très rapidement en cas d'assèchement.

L'œuf comprend de l'intérieur vers l'extérieur l'embryon, la membrane vitelline pellucide, l'endo-chorion et l'exo-chorion plus ou moins pigmenté et ornementé. Les *Culex*, forment des nacelles plus ou moins régulières où chaque œuf (Fig08), qui est muni d'un flotteur micropylaire en socle, se tient verticalement (**Séguy, 1955**). C'est avec les pattes postérieures croisées que la femelle du moustique guide ses œufs pour obtenir cette formation (**Callot et Helluy., 1958**).



Fig 08: Œufs en Nacelle de *Culex pipiens* (Cliché Amara Korba ., 2010)

Les variations de forme, de taille et de coloration des œufs des Culicidae ont parfois été utilisées en taxonomie, notamment pour distinguer des espèces d'anophèles très proches les unes des autres (**Rodhain et Perez., 1985**).

I.3.3. La larve

Le corps de la larve des Culicidae est divisé en trois parties principales : la capsule céphalique complètement sclérifiée, le thorax aplati composé de trois segments fusionnés (bien plus large que les deux autres parties) et l'abdomen qui se compose de dix segments.

D'après Forattini (1996) (**in Becker et al., 2003**), 222 paires de soies sont insérées tout au long du corps de la larve, leur arrangement est appelé la Chetotaxie ce qui présente le principal critère en taxonomie – morphologique – des larves. Le stade larvaire IV se caractérise par un siphon long et effilé, de même couleur que le corps. Ses mouvements sont rapides et nerveux (Fig09). Au niveau de ce stade, la larve mesure environ 9 à 15 mm.

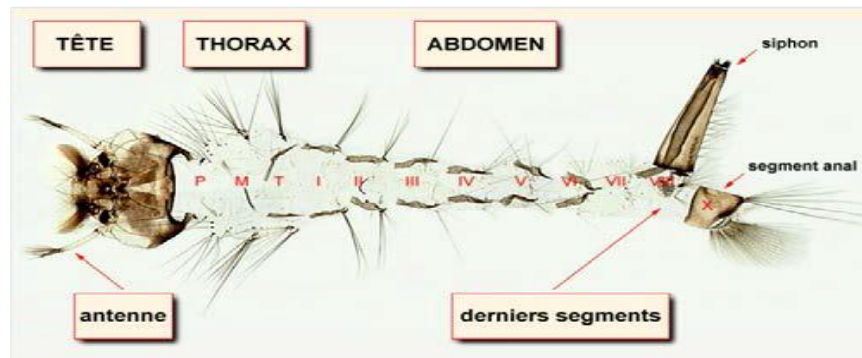


Fig 09 : Larve de *Cx. Pipiens* (In Brunhes et al., 1999).

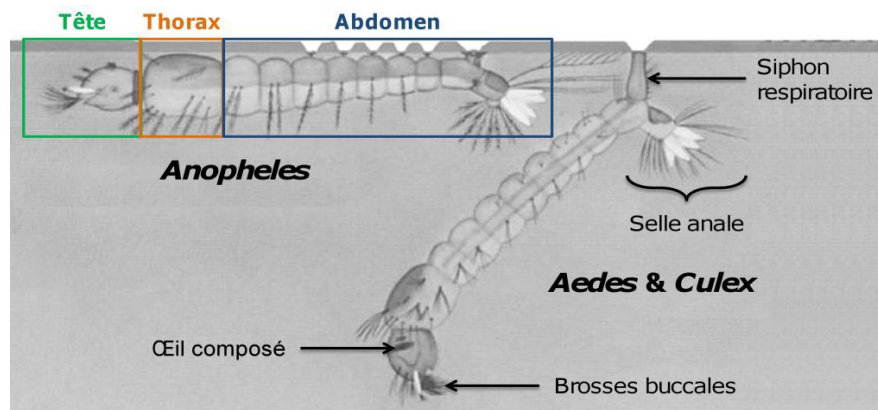
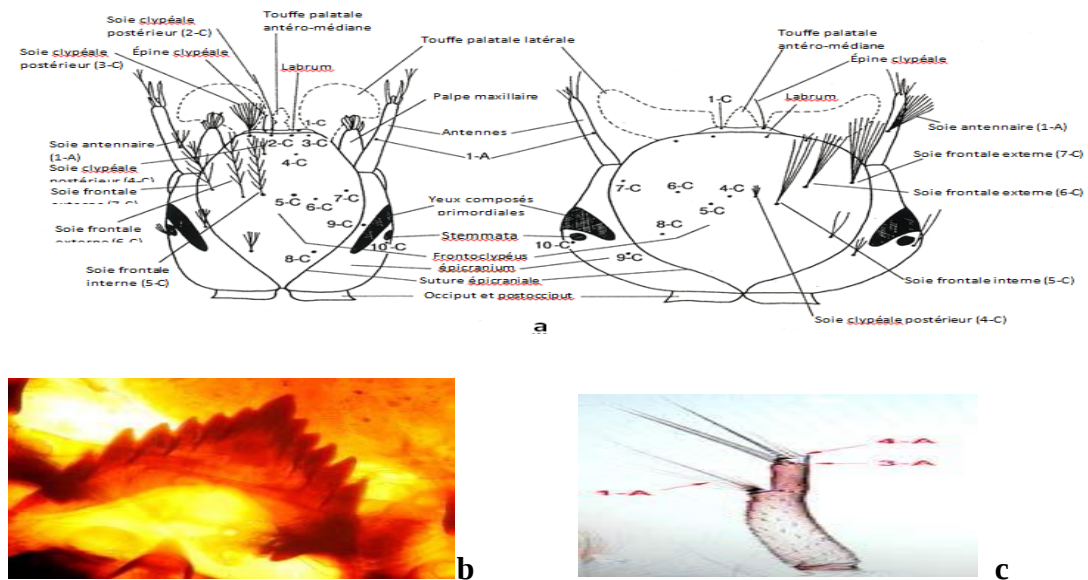


Fig 10. les larves de moustiques des genres *Aedes*, *Anophèles* et *Culex* (Tetreau, 2012).

I.3.3.1. Tête

La capsule céphalique est formée d'une plaque chitineuse médiane, le frontoclypéus et de deux plaques latérales épicroâniennes. Au frontoclypéus est rattachée une plaque antérieure étroite (préclypéus) portant les brosses buccales. Les pièces buccales sont broyeuses, et principalement composées par des mandibules épaisses à pointes aiguës, et d'une plaque mentonnière triangulaire et dentelée appelée mentum (Séguy, 1955 ; Rodhain et Perez., 1985). Préclypéus et frontoclypéus portent 18 paires des soies symétriques codées de 0-C à 17-C (la lettre C désigne les soies qui se trouvent sur les plaques de la tête). La forme et le nombre des branches de ces soies présentent un grand intérêt taxonomique notamment les soies préclypéales, clypéales, frontales et occipitales. Deux paires d'yeux sont situées sur la parie médio-latérale des plaques épicroâniennes. Les deux yeux antérieurs en forme de taches

noirâtres, constituent les yeux composés primordiales du futur adulte. Derrière ceux-ci, se trouvent les deux petits yeux des larves ou stemmata. Les antennes qui se posent dans les angles antéro-latéraux de la tête, sont plus ou moins minces et légèrement effilées. Elles peuvent être plus courtes que la tête et droites ou légèrement incurvées ou aussi longues voire plus longues que la tête et prendre la forme d'une courbe régulière. Le tégument des antennes est souvent couvert des poils et des spicules. Les soies antennaires, nommées de 1-A à 6-A, sont très utiles pour la reconnaissance des genres et certaines espèces appartenant au genre *Culex* (Becker et al., 2003) (Fig011).



a : Vue dorsale chez les Anophilinae (à gauche) et les Culicinae (à droite) (Becker et al., 2003, avec légende complétée).

b : Mentum d'une larve de 4ème stade de *Culex theileri* (Boukraa S., 2010).

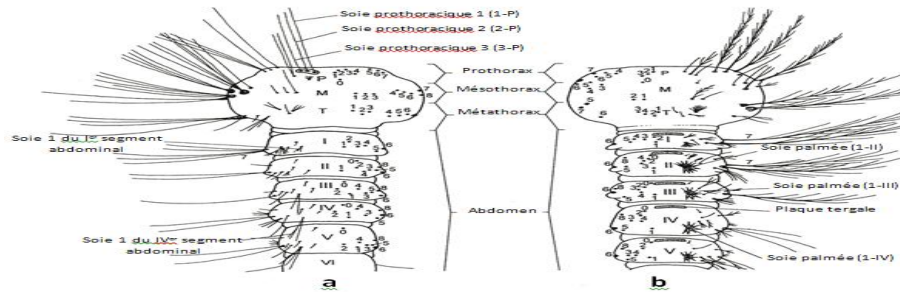
c : Antenne et soies antennaires de Culicinae (Schaffner et al., 2001).

Fig 011: Morphologie externe de la tête de la larve des Culicidae (in Boukraa S., 2010) .

I.3.3.2 Thorax

Le thorax est large et trois séries successives de soies plus ou moins ramifiées en marquent les trois régions autrement indistinctes. Les paires de soies symétriques sont 16 numérotées 0-P à 14-P sur le prothorax, 1-M à 14-M sur le mésothorax et 1-T à 13-T sur le métathorax. (Becker et al., 2003) signalent que seules les soies pro-thoraciques présentent un

intérêt taxonomique (Figure12). Chez les Uranotaenia, quelques soies méso-thoraciques et méta-thoraciques peuvent aussi être modifiées et participer à la distinction des espèces (Ramos et Brunhes., 2004).



a : Culicinae ; b : Anophelinae

Figure12: Chetotaxie de la face dorsale du thorax et de l'abdomen des larves (Becker et al., 2003)

I.3.3.3. Abdomen

Caractérisé par une forme allongée et sub-cylindrique, l'abdomen des larves de Culicidae est composé de dix segments individualisés. Les sept premiers se ressemblent entre eux, où chaque segment est orné de 15 paires de soies (excepté le segment I où se trouvent seulement 13 paires de soies). La majorité de ces soies sont très peu utilisées en taxinomie, hormis chez les Anophèles où l'abdomen est recouvert par certains caractères spécifiques, notamment, les soies palmées et les plaques tergaes. Sur le huitième segment abdominal qui possède un intérêt majeur en taxonomie, deux structures très importantes sont annexées. La première, c'est le peigne qui est constitué par un ensemble s'épines ou d'écailles, variables dans leur forme, leur nombre et leur disposition. Le nombre d'écailles varie de 5 à plus de 100 et peuvent être arrangées en une seule ligne, en double lignes, en forme irrégulière ou encore en forme triangulaire. Celles-ci, s'insèrent sur le bord postérieur d'une plaque chitineuse chez les Uranotaenia et les Anophèles. La deuxième structure correspond aux deux ouvertures spiraculaires qui s'ouvrent soit directement au niveau du tégument (comme c'est le cas chez les Anophelinae) soit à l'extrémité apicale d'un organe chitinisé de forme troconique, appelé le siphon respiratoire, principal caractère des Culicinae. Il s'agit d'un des caractères les plus utilisés pour l'identification des espèces constituant les Culicinae. Plus ou moins long, ce siphon porte de part et d'autre une rangée d'épines (peigne de siphon) et selon les genres et les espèces, une ou plusieurs touffes de soies.

Le dernier segment ou segment anal projeté ventralement, ne se trouve pas dans le prolongement du corps, mais forme avec celui-ci un angle de 130° . Il est entouré sur la partie dorso-latérale, d'un renforcement chitineux qui constitue la selle. Cette dernière est ornée d'épines et d'une paire de soies (1-X), de paires de longues soies disposées en une brosse dorsale, d'une ligne de soie et d'une brosse disposée ventralement. Au niveau du bord postérieur de la selle, quatre papilles anales saillantes entourent l'anus, qui est terminal (Callot et Helluy., 1958 ; Rodhain et Perez ., 1985 ; Becker et al., 2003 ; Ramos et Brunhes., 2004).

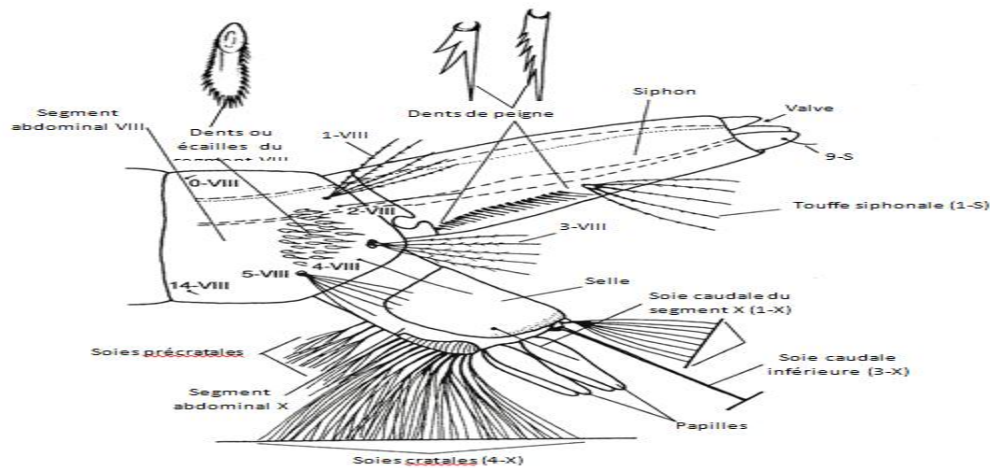


Figure13: Soies du siphon et des segments VIII et X d'une larve de Culicinae (Becker et al., 2003).

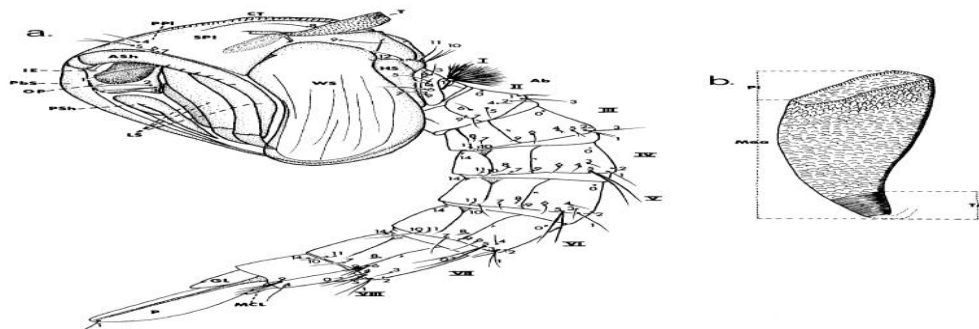
I.3.4.La nymphe

La nymphe des Culicidae ou pupae en anglais, se caractérise par une tête et un thorax réunis en une seule masse globuleuse, le céphalothorax, et une partie postérieure effilée et recourbée constituant l'abdomen ; ce dernier donne à la forme générale de la nymphe un aspect d'une virgule (Fig14). Sur le sommet de la portion céphalothoracique se projettent deux trompettes respiratoires de formes très variables – souvent longues et cylindriques - équivalents physiologiques du siphon respiratoire de la larve. L'abdomen de la nymphe de Culicidae est composé de huit segments - visibles - où chacun d'eux porte des soies caractéristiques. Une soie palmé se trouve généralement au niveau de premier segment, cependant, le dernier segment est muni de deux palettes natatoires transparentes souvent ornées de denticules et de soies (Hegh., 1921 ; Rodhain et Perez., 1985).



Fig 14: Nymphe de *Cx. pipiens* (In Balenghien, 2007).

La cuticule du céphalothorax est transparente où les ébauches des appendices Locomoteurs, des antennes, de l'appareil buccal et des yeux composés des futurs adultes sont nettement visibles (Becker, 2003). La forme et l'ornementation de ces trompettes peut fournir, avec les palettes natatoires, certains caractères spécifiques aux genres et aux espèces. La disposition des rares soies que la nymphe porte sur le corps peut aussi être utilisée, surtout, lorsque l'identification des larves et des adultes sont difficiles (Séguy, 1923).



a) vue générale latérale ; b) trompette respiratoire (Ab : abdomen ; CT : céphalothorax ; GL : lobe génital ; HS : fourreau de l'haltère ; MCL : lobe caudal médian ; P : palette natatoire ; PI : pinna ; T : trompette respiratoire ; TA : zone trachéoïde ; WS : fourreau de l'aile)

Fig.15 : Morphologie d'une nymphe de Culicidae (*Ochlerotatus canadensis*) (Knight., 1971)

I.4. Cycle de développement du moustique

Le cycle de développement des moustiques dure environ douze à vingt jours (Adisso et Alia., 2005) et comprend quatre stades: l'œuf, la larve, la nymphe (pupe) et l'adulte. Cette métamorphose se déroule en deux phases : une phase aquatique et une phase aérienne. Les

adultes ou imago, sont aériens alors que les œufs, les larves et les nymphes constituent les stades pré-imaginaux et vivent dans l'eau douce le plus souvent ou parfois saumâtre **(Clements, 1999)**. La femelle prend généralement un repas de sang pour assurer la maturation des ovocytes. L'accouplement des moustiques a lieu en vol ou dans la végétation et il ne se fait en générale qu'une seule fois durant leurs vies. La femelle, après la prise du sang, se pose dans un endroit abrité pour digérer son repas. La ponte des œufs aura lieu 2 à 4 jours après la prise du sang.

Phase aérienne

Les adultes mâles et femelles se nourrissent de jus sucrés, de nectars et d'autres sécrétions végétales. Pourtant, une fois fécondées, les femelles partent en quête d'un repas sanguin duquel, elles retirent les protéines et leurs acides aminés, nécessaires pour la maturation des œufs. Ce repas sanguin prélevé sur un vertébré (mammifère, amphibien, oiseau), est ensuite digéré dans un endroit abrité **(Guillaumot, 2006)**.

Dès que la femelle est gravide, elle se met en quête d'un gîte de ponte adéquat pour le développement de ses larves. La ponte a lieu généralement au crépuscule. Le gîte larvaire est une eau stagnante ou à faible courant, douce ou salée **(Ayitchedji., 1990)**. Selon Iroko (1994), le sang, l'eau et une température d'au moins 18 °C sont les trois conditions nécessaires, pour la reproduction et le développement de certains moustiques d'Afrique du sud.

Phase aquatique

Quelques jours après la fécondation, suivant les espèces, les œufs de diverses formes (fusiformes, allongés, renflés dans leur milieu et parfois munis de minuscules flotteurs latéraux) sont pondus par la femelle dans différents milieux. La ponte est souvent de l'ordre de 100 à 400 œufs et 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. La taille d'un œuf est d'environ 0,5 mm **(Rodhain et Perez., 1985)**.

A maturité, les œufs s'éclosent et donnent des larves de stade 1 (1 à 2 mm) qui, jusqu'au stade 4 (1,5 cm) se nourrissent de matières organiques, de microorganismes et même des proies vivantes (pour les espèces carnassières). Malgré leur évolution aquatique, les larves de moustiques ont une respiration aérienne qui se fait à l'aide de stigmates respiratoires ou d'un siphon. La larve stade 4 est bien visible à l'œil nu par sa taille. Elle a une tête, qui porte latéralement les taches oculaires et les deux antennes. Viennent ensuite le thorax et l'abdomen.

Au bout de six à dix jours et plus, selon la température de l'eau et la disponibilité en nourriture, la quatrième mue donne naissance à une nymphe: c'est la nymphose (**Guillaumot, 2006**). Généralement sous forme de virgule ou d'un point d'interrogation, la nymphe, mobile, ne se nourrit pas durant tout le stade nymphal (phase de métamorphose) qui dure un à cinq jours. Elle remonte de temps à autre à la surface de l'eau pour respirer et plonge vers le fond, dès qu'elle est dérangée.

A la fin de ce stade, la nymphe s'étire, son tégument se fend dorsalement et, très lentement, le moustique adulte (imago) s'extirpe de l'exuvie : c'est l'émergence, 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**). Le cycle de développement du moustique est schématiquement représenté par les deux figures suivantes :

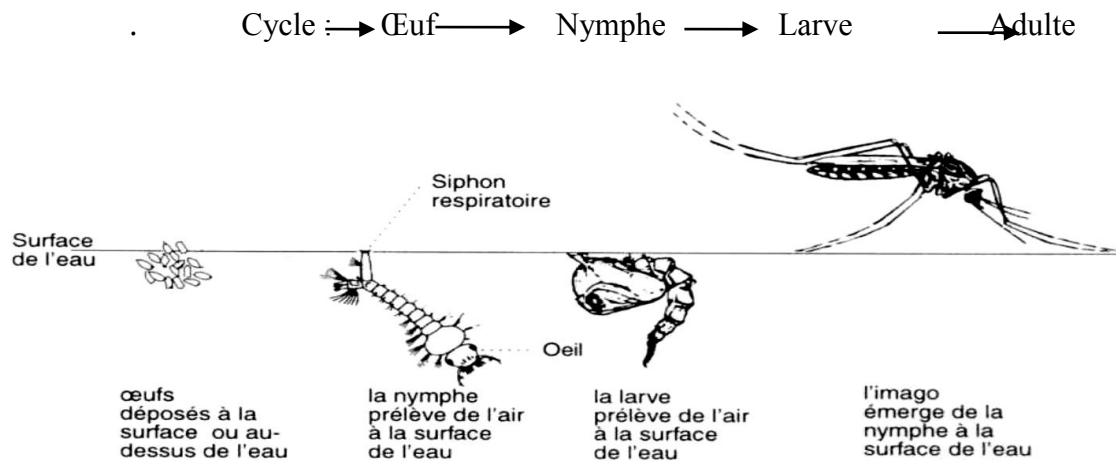


Figure16: Cycle de développement biologique du moustique (**Belayadi,2010**).

I.5.Caractères distinctifs des genres anophélineae et culicinae

En dehors de leur nuisance, les moustiques causent aussi des maladies vectorielles. Les principaux genres de moustique sont :

Anopheles, Aedes, Culex et Mansonia ceci a nous laissé faire la différence suivante entre les deux sous familles :

Les moustiques sont morphologiquement différents les uns des autres. Il existe des différences entre les deux sous-familles Anophelinae et Culicinae, qui portent sur les oeufs, les larves, les nymphes, les palpes maxillaires, les antennes et la position au repos.

Ainsi, selon l'OMS (2003):

- Les larves des Anophelinae respirent par des spiracles dorsaux, ce qui leur impose la position parallèle à la surface de l'eau, tandis que celles de Culicinae respirent par le siphon et ont de ce fait, une position oblique à la surface de l'eau.

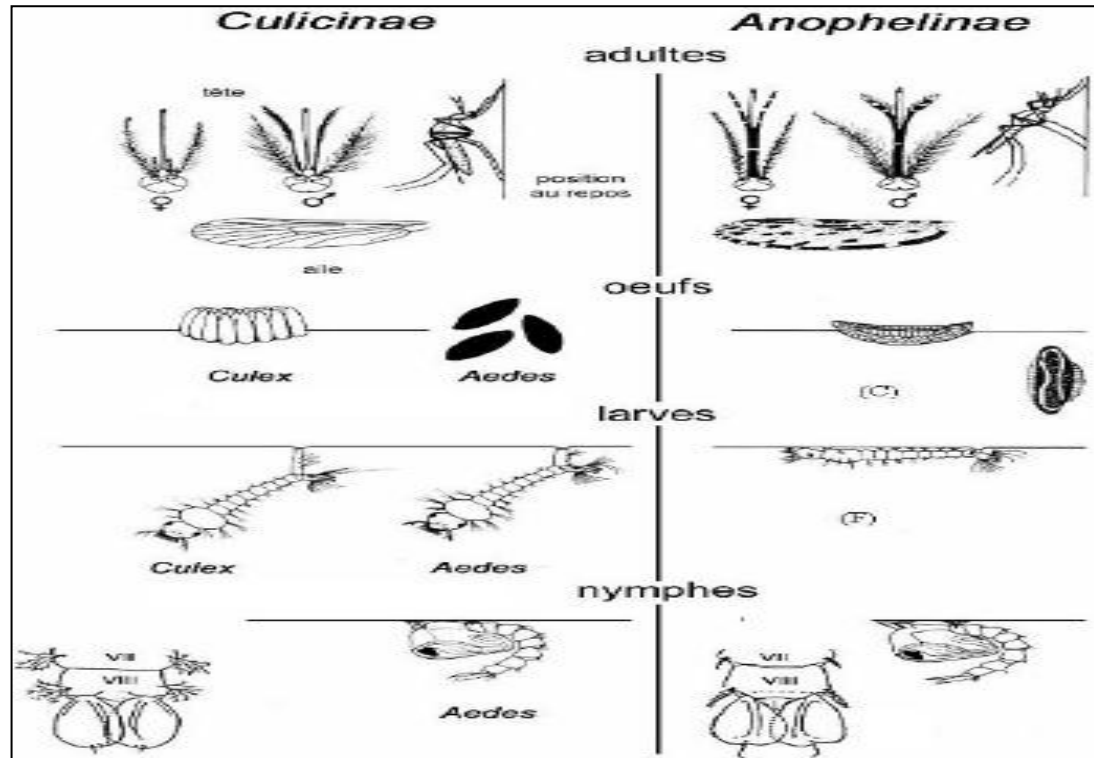


Fig17 : les différences morphologique entre les *Culicinae* et l'*Anophilinae* (Boubidi, 2008 (b)).

I.6. L'intérêt écologique, médical et vétérinaire des Culicidae

I.6.1. Maladies vectorielles

Les Culicidae ont une grande importance tant médicale vétérinaire. Ils sont impliqués dans la transmission du paludisme, de la fièvre jaune et de la dengue, des nombreuses encéphalites arbovirales, divers filarioses (Rodhain et Perez., 1985).

I.6.1.1.Le paludisme

(Du latin palus , paludis ,marais) ; appelée aussi malaria, est une maladie infectieuse due à un parasite du genre plasmodium propagée par la piqueur des certaines espèces des moustiques *Anopheles* Avec 300 à 500 millions des personnes malades chaque année et entre un et trois million

des décès par année, le paludisme concerne majoritairement les enfants de moins cinq et les femmes enceintes, 80 % des cas sont enregistrés en Afrique subsaharienne (Schaffner,2004 ; Poncon,2008 ; OMS.,2002 ; Robert,2006).

I.6.1.2.La dengue

La dengue ou «grippe tropicale» (Goislard,2012) est une maladie infectieuse virale transmise par les moustiques femelles du genre *Aedes* (Bodin,2008) C'est un maladie tropicale la plus répandue infectieuse anciennement appelée grippe tropicale ou le petit palu (Belayadi,2009) , L'organisation mondiale de la santé (OMS) estime 50 à 100 millions des personnes sont infectées dans le monde chaque année, entre 200,000 et 500,000 personnes souffrent de la forme hémorragique, qui tue 20 000 personnes par année (Anonyme, 2010).

I.6.1.3.Fièvre du Nil occidental ou Infection par le virus West Nile

La fièvre à virus WN est une arbovirose dont l'agent causal est un flavivirus isolé pour la première fois en 1937 dans le district du West Nile en Ouganda, chez une femme souffrant d'une forte fièvre (Smithburn et al., 1940) .Il est considéré désormais comme le plus répandu des flavivirus après le virus de la Dengue. La maladie peut être fatale pour les personnes âgées et parfois, pour les jeunes enfants. Des cas humains de fièvre à virus WN ont été rapportés en Algérie en 1994, parmi lesquels huit enfants ont trouvé la mort (Le Guenno et al., 1996).

Le cycle épidémiologique de la maladie implique des oiseaux migrateurs jouant le rôle de réservoir aviaire, des moustiques ornithophiles principalement du genre *Culex* en tant que vecteurs amplifiant la circulation virale entre les populations d'oiseaux (Hubalek et Halouzka,1999).

I.6.1.4.la fièvre jaune:

La fièvre jaune, parfois appelée « vomir noir » ou « peste américaine » est une maladie d'origine virale transmis d'homme à homme par pique d'un moustique de l'espèce *Aedes aegypti*, cette maladie d'origine de vastes épidémies en Afrique et dans les Amériques (schaffner ,2004), les manifestations cliniques de l'infection peuvent aller de symptômes bénins à une maladie grave potentiellement mortelle, le qualificatif "jaune" s'explique par l'ictère ("jaunisse") qui s'observe chez certains malades, la fièvre jaune ou Amarile est une maladie infectieuse aiguë grave, causée par un virus (arbovirus du groupe B du genre

Flavivirus appartenant à la famille des Flaviviridae), il existe plus de 400 arbovirus recensés actuellement, dont les plus connus sont les virus de la fièvre Jaune, de la dengue, le virus est transmis du singe au singe, du singe à l'homme et de l'homme à l'homme par certaines espèces de moustiques (OMS, 1983).

I.6.1.5.Chikungunya

Le chikungunya, du Makondé (dialecte de Tanzanie) « l'homme qui marche courbé », est une arbovirose transmise à l'homme par les moustiques du genre *Aedes* (*Ae. spp.* dont *Ae. Aegypti* et *Ae. Albopictus*). Ce nom illustre la posture caractéristique des patients atteints de chikungunya, en raison des douleurs articulaires qu'il entraîne (Anonyme, 2013).

I.6.1.6. La Filariose lymphatique

La filariose lymphatique est une maladie parasitaire due à la filaire *Wuchereria bancrofti* transmise par des moustiques vecteurs des genres *Culex*, *Aedes*, *Anophèles* et *Mansonia*. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) estime que 120 millions de personnes en sont infectées dans le monde. Un moustique exophile, diurne, prépondérant en zone rurale et péri-urbaine, doté d'une compétence vectorielle remarquable, capable d'assurer la transmission à partir de sujets faiblement microfilarémiques.

I.6.2. La lutte contre les maladies à transmission vectorielle

La lutte contre les maladies à transmission vectorielle nécessite une approche intégrée dirigée à la fois contre les pathogènes et contre les vecteurs. Aujourd'hui deux méthodes complémentaires de lutte sont développées :

1 - la réduction de la charge parasitaire à travers le dépistage et/ou le diagnostic afin de mettre en place un traitement adapté chez les personnes infectées.

2 - la réduction des populations de vecteur et du contact homme-vecteur à travers la lutte anti-vectorielle (Poinsignon, 2008).

I.6.2.1.Lutte anti-larvaire

La lutte antilarvaire constitue un complément précieux à la lutte contre les vecteurs. Elle a été très utilisée avant l'arrivée massive des adulticides. Cette lutte empêche le développement des larves en stade mature par la destruction des gîtes larvaires ou par l'emploi de méthodes aboutissant au blocage du développement des larves.

Diverses techniques sont employées allant des plus rudimentaires aux plus sophistiquées : assainissement de l'environnement, recours à des prédateurs larvicides (**Fillinger et al. 2003**).

Ces diverses méthodes sont toujours utilisées). L'application de ces techniques sur des surfaces étendues a donné des résultats très encourageants (éradication des populations d'*Anopheles* au Brésil et en Egypte) (**OMS, 2006**).

I.6.2.1.1. Les différents moyens de lutte antivectorielle

L'objectif principal de la lutte antivectorielle est la diminution de la morbidité et de la mortalité palustre grâce à l'abaissement du taux d'inoculation entomologique. L'inoculation nécessitant la présence du vecteur infecté, les méthodes actuelles visent principalement la réduction du contact homme vecteur, la densité du vecteur et la durée de vie du vecteur adulte (**OMS, 2004a**).

a- Lutte biologique

L'action contre les larves de moustiques par des agents naturels consiste à détruire les larves ou à empêcher leur développement par l'utilisation de forces naturelles animées ou inanimées (**OMS, 1974**).

La lutte biologique consiste à introduire, dans le biotope des moustiques, des espèces qui sont leurs ennemis, tels que microorganismes ou prédateurs naturels des larves de moustiques ; les moyens les plus répandus sont les larvicides biologiques et les poissons larvivores.

b- La lutte physique

Par l'expression très générale d'action physique on entend toute modification intentionnelle du milieu qui vise soit à faire disparaître ou réduire par des moyens physique les nappes d'eau de surface dans lesquelles les moustiques se développent, soit à provoquer des modifications physique du milieu qui rendent l'eau impropre à la reproduction des moustiques.

L'action physique consiste généralement à entreprendre des travaux de régularisation du régime des eaux, d'aménagement de l'écoulement ou de modification physique par d'autres moyens (**OMS., 1974**).

c- La lutte chimique

La lutte chimique consiste à l'utilisation de produits chimique de synthèse pour lutter contre les larves et les imagos de moustiques.

Les composés utilisés au début contre les organismes nuisibles étaient des pesticides de première génération relativement simple à base d'arsenic, de soufre, de chaux, de dérivés du pétrole, de substance à base de fluor ou extraite de plantes comme la nicotine. Ces pesticides se caractérisent par leur toxicité relativement élevée pour les organismes non visés et surtout leur rémanence ou encore leur lente décomposition dans l'environnement **(Philogene , 1991)**.

Par la suite des composés synthétiques dits de deuxième génération ont été mis en place, il s'agit des organochlorés, des organophosphorés et des carbamates **(Philogene, 1991)**. Ces dits pesticides de deuxième génération et les pyréthriinoïdes sont encore utilisés de nos jours en agriculture et dans la lutte antivectorielle.

1.6.2.1.2. Les classes d'insecticides utilisés dans la lutte antivectorielle

- Les insecticides : destinés à tuer les insectes ou à empêcher le déroulement normal de leur cycle de vie. Les familles les plus rencontrées sont les organophosphorés (malathion), les carbamates insecticides (carbaxyl), les pyréthriinoïdes (deltaméthrine) et les organochlorés (endosulfan) **(Isenring , 2010)**.

- Les organochlorés : DDT

Le dichloro-diphényl-trichloréthane (DDT) est un composé qui présente une grande solubilité dans les solvants organiques, les graisses et le pétrole.

La combinaison de ses trois propriétés (répulsivité, irritabilité et toxicité) vis-à-vis des moustiques lui a valu sa place dans les programmes de lutte contre le paludisme. L'OMS ne recommande son usage que pour la lutte antivectorielle et sous la forme de pulvérisations intra domiciliaires à effet rémanent (appliquées uniquement sur les murs intérieurs des habitations) **(OMS, 2004(b))**.

Le DDT agit en perturbant l'ouverture des canaux sodium le long de l'axone chez l'insecte qui meurt après hyperexcitation, convulsions et paralysie.

- Les organophosphorés

Les organophosphorés agissent en inhibant l'acétylcholinestérase, provoquant ainsi l'accumulation d'acétylcholine et le blocage de la transmission de l'influx nerveux.

On distingue deux grands groupes d'organophosphorés :

- les insecticides exothérapeutiques: le malathion, le parathion et le temephos, ils pénètrent directement dans l'organisme des insectes par des voies diverses.

- les insecticides endothérapeutiques ou systémiques qui ont la propriété de pénétrer dans les végétaux et d'être transportés par la sève. Ces insecticides subissent quelques fois des transformations chimiques, mais restent toxiques pour les insectes qui consomment ces végétaux. La forme oxydée de ces pesticides a la faculté de se fixer sur l'acétylcholinestérase. **(Isenring, 2010).**

- Les carbamates

Les carbamates ($\text{NH}_2\text{CO}_2\text{H}$) sont des esters de l'acide carbamique

Ce sont également des inhibiteurs de l'acétylcholinestérase. Ils sont considérés comme des insecticides de circonstances spéciales ou seulement utilisés dans les cas où l'utilisation des autres insecticides se heurte à un échec **(Diabaté, 1999)**. Le propoxur est le plus utilisé de ce groupe.

Mode d'action : ces insecticides agissent sur le système nerveux des insectes (par contact, inhalation, ou voie systémique) en inhibant la cholinestérase. Ce sont nocifs pour la santé et l'environnement. Aldicarbe, Carbendazime, Carbofuran, Méthomyl : visés par le plan interministériel de réduction des risques liés aux pesticides **(Isenring, 2010)**.

- Les Pyréthrinoides

Selon leur origine, ils ont été classés en pyréthrinoides naturelles ou insecticides botaniques extraites des plantes (Solanaceae, Compositaceae) et en pyréthrinoides synthétiques (carboxylester).

Ils pénètrent facilement la cuticule des insectes et interviennent au niveau du système nerveux de l'insecte pour perturber l'action du neurotransmetteur GABA.

Ils ont également pour cible le canal sodium voltage dépendant constitué par quatre domaines (I-IV) et six domaines transmembranaires. Leur action à ce niveau contribue aussi à

perturber le signal nerveux (**Hemingway et al., 2004**). Les pyréthrinoides sont largement utilisés dans l'agriculture (**Chandre et al., 1999; Diabaté et al., 2004**) et dans l'imprégnation des moustiquaires à cause de leur effet irritant marqué sur les moustiques (**Chandre et al., 1999**). Les plus utilisés sont : la pennéthrine, la deltaméthrine, la lambdacyalothrine, la cypenéthrine et la cyfluthrine. Parmi ces insecticides, l'alpha-cyperméthrine confère une efficacité maximale aux moustiquaires imprégnées contre *An. gambiae* (**Hougard, 2003**).

I.6.2.2. Traitement (lutte) anti-adulte

Une nuisance importante déclarée ou une menace sanitaire peut justifier une intervention curative par traitement anti-adulte. Celui-ci devra être appliqué avec précaution en raison de la faible sélectivité et des risques de toxicité de certains produits. Leur atout est dans la réponse rapide face à un risque épidémiologique ou une invasion provenant de zones humides inaccessibles pour des traitements anti-larvaires (**Boukraa, 2009**).

a. Lutte chimique

L'efficacité du traitement anti-adulte est malheureusement temporaire et le milieu étant rapidement re-colonisé par d'autres cohortes de moustiques provenant des gîtes non traités. Plusieurs substances actives disponibles actuellement et beaucoup sont recommandées par l'Organisation Mondiale de la Santé. Les plus utilisées dans les campagnes de lutte anti-vectorielle sont les pyréthrinoides (Deltaméthrine, Cyperméthrine...) et les organophosphorés (féntrothion...) où sont épandues généralement en ultra-bas volume (ULV). En fait, le choix de tels ou tels produits est dépendant des homologations spécifiques de chaque pays. Dans le cas d'invasion ayant pour origine des gîtes naturels, ils seront répétés au cours des 3 à 4 jours qui suivent l'émergence de masse. Ce cas de figure peut être provoqué par un manque d'efficacité des traitements anti-larvaires ou par l'impossibilité de leur mise en œuvre (**Schaffner et al., 2001**). Il est possible de traiter – chimiquement - les gîtes d'hivernation, en particulier ceux qui se trouvent dans les milieux urbains (cave, fosse abandonnées). Ce genre de traitement permet d'éviter les générations printanières responsables des nuées envahissantes d'été et d'automne (**Matile, 1993**).

d. Lutte génétique

Des travaux ont été effectués pour évaluer la faisabilité de la lutte génétique pour le contrôle de populations d'insectes nuisibles ou vecteurs. La technique d'utilisation des mâles stériles dont le but de la suppression des populations culicidiennes reste limitée, vu l'énorme

problématiques qui se posent sur le terrain. Actuellement, les recherches se concentrent sur la productions des souches transgéniques et l'isolement d'éléments transposables pouvant être utilisés pour introduire des gènes réfractaires aux agents pathogènes dans des populations de vecteurs (Schaffner et al., 2001).

I.6.2.3. Les inconvénients des insecticides

a) Pollution et insecticides

La présence de pesticides dans l'environnement pose problème, pour la santé humaine et pour l'équilibre des écosystèmes. Lorsqu'on en trouve dans l'eau de consommation humaine, les risques sont particulièrement élevés ; de même pour les écosystèmes aquatiques, très sensibles aux pesticides, qui peuvent se concentrer dans la chaîne trophique. De plus, les utilisations de pesticides elles-mêmes impliquent aussi des risques sanitaires pour les utilisateurs et les personnes amenées à fréquenter les surfaces traitées, ce qui est courant pour les utilisations non agricoles (boulet, 2005).

Car libérés dans l'environnement, les pesticides vont évidemment éliminer les organismes contre lesquels ils sont utilisés. Mais, la plupart de ces produits vont également toucher d'autres organismes que ceux visés au départ, de manière directe (absorption, ingestion, respiration, etc.) ou indirecte (via un autre organisme contaminé, de l'eau pollué, etc.). Les effets sur la biodiversité, et notamment la flore et la faune terrestres et aquatiques, sont donc indéniables.

Plusieurs phénomènes peuvent en effet accroître l'impact des pesticides sur la faune et la flore sauvages. Parmi ceux-ci, retenons notamment :

- la dispersion des produits : lors du traitement d'une culture par des pesticides, une proportion non négligeable de produit est disséminée dans l'environnement, au-delà des zones traitées.

- la non sélectivité : rares sont les pesticides qui ont un effet sélectif, c'est-à-dire ciblé sur une seule espèce ou un groupe d'espèces, car ils interviennent sur des processus fondamentaux du métabolisme (photosynthèse, croissance, reproduction, etc.) communs aux espèces visés et aux autres espèces.

- la toxicité de la molécule active et de ses produits de dégradation : elle est variable d'un groupe d'espèces à un autre.

- la rémanence de la molécule et sa capacité d'accumulation dans la chaîne alimentaire : certains pesticides comme les organochlorés (le DDT ou le lindane par exemple) sont peu ou pas dégradés dans le sol et les milieux contaminés (eau, etc.). De ce fait, ces pesticides vont s'accumuler dans les plantes, voire dans les graisses animales, et donc de se concentrer tout au long de la chaîne alimentaire.

b) La perte de biodiversité et l'utilisation des pesticides

Les pesticides sont un facteur majeur d'incidence sur la diversité biologique, de même que la perte d'habitat et le changement climatique. Ils peuvent avoir des effets toxiques sur le court terme sur les organismes qui y sont directement exposés, ou des effets sur le long terme, en provoquant des changements dans l'habitat et la chaîne alimentaire.

L'impact des pesticides sur les populations de la faune sauvage et la diversité des espèces. De nombreux pesticides sont toxiques pour les insectes bénéfiques, les oiseaux, les mammifères, les amphibiens ou les poissons. L'empoisonnement de la faune sauvage dépend de la toxicité d'un pesticide et de ses autres propriétés (par exemple, les pesticides solubles dans l'eau peuvent polluer les eaux de surface), de la quantité appliquée, de la fréquence, du moment et de la méthode de pulvérisation (par exemple, la pulvérisation fine a tendance à être emportée par le vent), du climat, de la structure de la végétation et du type de sol. Les insecticides, rodenticides, fongicides (pour le traitement des semences) et les herbicides, encore plus toxiques, menacent la faune sauvage qui y est exposée. Durant ces 40 dernières années, l'utilisation des très toxiques carbamates et organophosphorés a fortement augmenté. Dans le Sud, les organochlorés tels que l'endosulfan, fortement persistants dans l'environnement, sont encore utilisés à grande échelle.

Comme le changement d'habitat, l'empoisonnement aux pesticides peut provoquer le déclin majeur d'une population qui menacera les espèces rares (**Isenring , 2010**).

Les moustiques sont généralement contrôlés par les pesticides conventionnels, qui ont montrés des effets secondaires sur les organismes non visés et l'environnement et l'apparition du phénomène de résistance chez les espèces traités (**Georgiou & Tejeda., 1992**).

Ces pesticides sont potentiellement dangereux pour l'homme, en causant la toxicité dépendant du mode de pénétration dans l'organisme. Dans la littérature scientifique, l'exposition à certains pesticides a été liée chez l'homme à des cancers associés à la suppression immunitaire, des réactions allergiques, des réponses auto-immunes, la

suppression de la fonction immunitaire et une plus grande sensibilité aux agents pathogènes. Ils peuvent être dommageables pour la santé et l'environnement à cause de leur toxicité, notamment chronique en cas de persistance et d'accumulation dans les tissus organiques **(Rebetto et Baliga., 1996)**.

Ceci a encouragé la proposition d'autres moyens de lutttes. La méthode biologique, a fait l'objet d'une nouvelle lutte, plus sûre, plus sélective. Elle est représentée par l'utilisation de micro-organisme, champignons, poissons et même des extraits végétaux. Ces dernières induisent des effets toxiques contre différentes espèces de Diptères **(Bendali., 1989; Lepage et al., 1992; Bendali et al., 2001; Saleh et al., 2003; Aouinty et al., 2006)**. Parmi les alternatives qui ont été proposées, l'utilisation des algues.



Chapitre II. Généralités sur les algues

I.1. Définition et position dans le règne végétal

Les algues sont des êtres vivants appartenant au règne végétal. Elles constituent un ensemble hétérogène (**Naegelé, 1967; Gayral, 1975**) ; elles sont des plantes primitives non fleurissantes sans racines, ni tiges, ni feuilles (**sathya et al.,2013**) ; Leur corps est un thalle, d'où leur nom de thallophytes. Elles se reproduisent sans jamais donner de fruits, graines ou fleurs d'où le terme de cryptogames (**Ndiaye,1995**).

La grande majorité d'entre elles sont vertes car elles contiennent une concentration importante d'un pigment vert nommé chlorophylle, Toutefois, on retrouve également dans la nature des algues brunes, rouges, orangées ou jaunes. Il existe aussi quelques algues visibles à l'œil nu (ex.: algues filamenteuses) et d'autres qui ressemblent à des plantes aquatiques (**Hade, 2002**).

Les algues sont des organismes chlorophylliens se développant dans l'eau ou dans des milieux très humides. Bien que surtout abondantes dans les eaux des mers, des lacs, des mares, des eaux courantes et des eaux thermales, on en trouve également sur les rochers humides et sur la terre. Exceptionnellement, elles peuvent être endophytes de tissus animaux ou végétaux. L'air, la lumière et des sels dissous sont, en plus de l'eau, nécessaires à leur développement (**Feldman, 1963**).

I.2. Structure des algues

I.2.1. Les macroalgues

Les macroalgues sont constituées à leur base par des crampons, leurs permettant de se fixer sur un support. Elles absorbent les nutriments par toute la surface du thalle en contact avec l'eau. Les crampons sont surmontés d'un pédoncule de longueur et de diamètre variable, le stipe. L'algue se termine par une fronde qui peut être découpée en filaments, cordons ou lanières (**Hortense, 2011**).

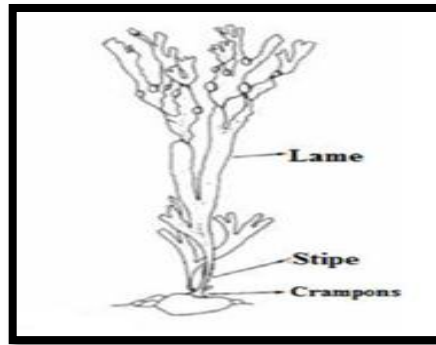


Figure18.Représentation schématique d'une macro-algue brune de type fucale (person ,2011).

I.2.2.Les microalgues

Elles peuvent être procaryotes comme les algues bleues (ce sont des bactéries). Quant aux algues uni- et pluricellulaires (eucaryotes), elles regroupent tellement de variété d'organismes, qu'il n'existe pas de structure type.

La cellule unique des microalgues unicellulaires est capable d'assurer toutes les fonctions. Leur taille est d'une dizaine de microns et la plupart d'entre elles sont adaptées à la flottaison. De nombreuses espèces possèdent un ou plusieurs flagelles mobiles qui leur confèrent une véritable aptitude à la nage (**Hortense, 2011**).

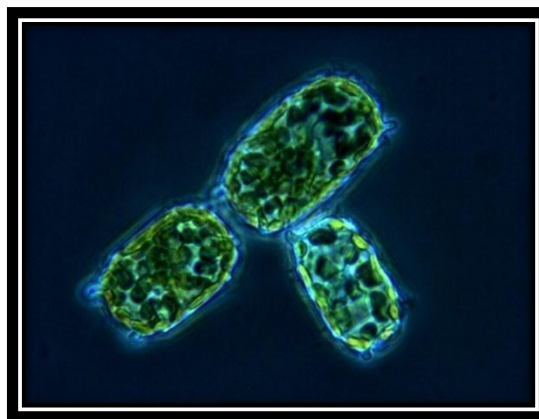


Figure 19. Représentation schématique d'une micro-algue (**Person, 2011**)

I.3.Taxonomie des algues

Les algues ont des couleurs variées dues à la présence de pigments masquant plus ou moins la chlorophylle. ce caractère conduit à subdiviser le groupe en trois grandes lignées qui s'opposent par un ensemble de caractères biochimiques, structuraux et fonctionnels (**Roland et al ,2008**).

L'ensemble des algues a été classé selon leurs la composition pigmentaire nous avons les groupes suivants :

I.3.1.Les algues vertes (chlorophycophytes)

Les Chlorophycées ou algues vertes constituent la classe la plus importante par le nombre, Il existe environ 7500 espèces réparties dans plusieurs classes (**Ndiaye, 1995**).

La plus part des algues vertes vivent en eau douce, mais de nombreuses espèces se rencontrent en milieu océaniques comme composantes de la végétation benthique ou bien du phytoplancton. Quelques autres terrestres, se développant dans des endroits humides au voisinage des mousses et des fougères. Certaines algues vertes peuvent également former des associations symbiotiques avec d'autres organismes (**Nabors, 2009**) .

Elles sont de formes très variées, uni- ou pluricellulaires. Leurs plastes sont colorés en vert par les chlorophylles a et b, auxquelles sont associés des carotènes et des xanthophylles. La photosynthèse permet la formation d'amidon, comme pour les plantes supérieures (**Ittis, 1974**). Elles jouent un rôle important dans l'oxygénation des eaux, favorisant ainsi la vie animale (**Garon , 2004**.)

I.3.2. Les algues rouges (rhodophycophytes)

La plus part des 5000 espèces connues sont marines. Parmi les espèces identifiées moins de 100 vivent en eau douce. La plupart des algues rouges sont pluricellulaires, avec des thalles pouvant mesurer jusqu'à 30 cm de longueur .les différentes espèces ont un mode de vie libre (parfois épiphyte) ou parasite (**Nabors ,2009**).

Les rhodophycophytes sont d'une couleur rouge plus ou moins nette, due à la présence dans leur appareil plastidial de la phycoérythrine. Dans les cellules de ce groupe, les

réserves glucidiques figurées sont des grains de rhodamylon (amidon extraplastidial) colorable en brun et non en bleu par l'iode (**Gayral , 1975**).

I.3.3. Les algues brunes (phéophycophytes)

Les Phaéophycées ou algues brunes ou olivâtre sont essentiellement marines et regroupent environ 1.500 espèces. Elles sont des organismes pluricellulaires et macroscopiques (**Ndiaye, 1995**), jamais unicellulaires, à appareil végétatif souvent complexe. Les cellules, uni nucléées, renferment des plastes (phéoplastes) pourvus de chlorophylles *a* et *c* et des quantités notables de caroténoïdes (fucoxanthine en particulier) (**Ozenda, 2000**).

I.3.4. Les algues bleues (Cyanobactéries)

Ces organismes, unicellulaires ou pluricellulaires, ont longtemps été inclus dans les "algues" et nommés algues bleues en raison, en particulier, de leur habitat aquatique et de leur coloration bleu-vert. Il est actuellement admis que leur ultra structure, de type procaryote, qui est indiqué une parenté certaine avec les bactéries, justifiant le terme de Cyanobactéries qui leur est désormais appliqué. Ce sont des organismes formés de cellules ou de filaments microscopiques, mais qui se développent souvent simultanément pour constituer soit des colonies visibles à l'œil nu soit des populations très importantes formant des "fleurs d'eau" qui constituent une couche plus ou moins épaisse d'algues flottant à la surface de l'eau. (**Dabbadie, 1992**) Ils exploités depuis longtemps dans certaines régions (spirulines au Tchad ou au Mexique, par exemple) (**Donadieu, 1985**).

Le matériel génétique de ces cyanobactéries est sous forme d'ADN nu. Elles sont caractérisées par l'absence de plastes, de mitochondries, d'appareil de golgi et de réticulum endoplasmiques .elles ne possèdent jamais de flagelles (**Ourari , 2011**).

I.4. Caractéristiques générales de l'espèce d'algue étudiée (*Spirogyra sp*) :

I.4.1. Origine de *Spirogyra sp* :

C'est une espèce cosmopolite dont aucune prolifération n'a été signalée dans le bassin Artois-Picardie jusqu'à présent (**Saint-Maxent, 2002**).

L'origine du nom scientifique en français d'algue *Spirogyra* proviens du latin [spira] = spirale, tour, enroulement et du grec [gira] = spirale, tour, enroulement ; en référence à la forme particulière des plastes pariétaux qui sont tordus en hélice (plastres rubanés) (**Corolla et**

al., 2012). Le genre *Spirogyra* comporte 300 espèces, que l'on peut différencier selon différents critères végétatifs (nombre de plastes, cloisons) et de reproduction, notamment morphologie très variable et ornementée du zygote (**Collectif, 1997**).

I.4.2.BIOLOGIE

I.4.2.1.Description

Les spirogyres ont l'aspect de masses "floconneuses" d'une couleur vert vif à sombre et au toucher visqueux (**Rodriguez et Vergon ., 1996**), se développant en dessous de la surface de l'eau. Elles apparaissent en surface en période de reproduction, en prenant une couleur brun jaunâtre (**Prescott, 1978**). Ces algues se présentent comme de fins filaments simples, non ramifiés. Leur caractéristique essentielle réside en la forme particulière de leurs plastes pariétaux qui sont tordus en hélice (plastres rubanés) et possèdent plusieurs pyrénoïdes. Le nombre de plastes varie de 1 à 16 selon les espèces (**Bourrelly, 1990**). Les parois cellulaires sont recouvertes d'une substance visqueuse qui leur confère un toucher gluant.

Certains auteurs ont identifié deux formes de filaments pour une même espèce en relation avec des exigences différentes en températures et en éclairement pour leur croissance. Elles sont rarement fixées par leur base, mais dans le cas contraire peuvent posséder des rhizoïdes (**Collectif, 1997**).

I.4.2.2 Classification

La classification de l'algue *Spirogyra sp* dans le règne végétal est comme suit (**Corolla et al., 2012**) :

Embranchement : Chlorophyta

Classe : Zygnematophyceae

Ordre : Zygnematales

Famille : Zygnemataceae

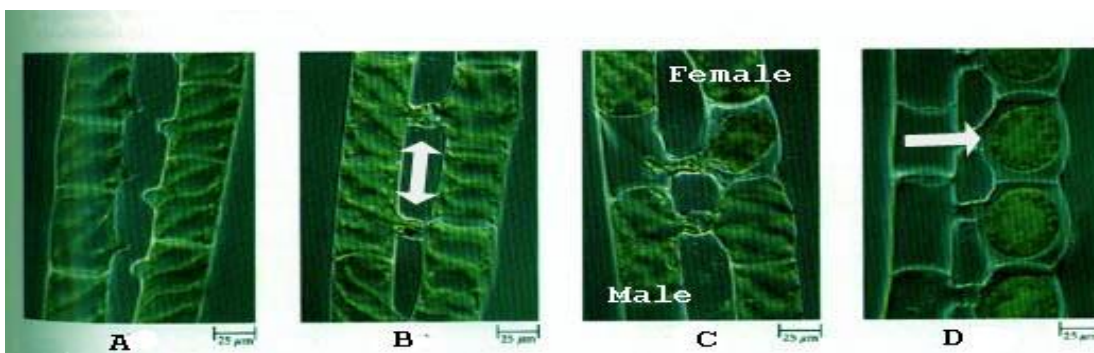
Genre : *Spirogyra*

Espèce : *Spirogyra sp.* (**Corolla et al., 2012**).

I.4.2.3.Reproduction et propagation

La reproduction sexuée est une conjugaison (mode de reproduction où les contenus des cellules jouent le rôle de gamètes, sans être émis dans le milieu extérieur, après rapprochements de filaments, modifications des contenus cellulaires et formation de tubes de conjugaisons entre eux) (**Collectif, 1997**).

Un facteur influençant la reproduction, serait le manque d'azote : la consommation de nutriments pour la croissance des algues pourrait créer une limitation en azote qui induirait une accumulation des lipides et la production de spores (**Collectif, 1997**).



(A-B) formation de ponts de conjugaison entre cellules de filaments, (C) le contenu des cellules du filament mal passe par ces ponts pour entrer dans le filament femelle, (D) la fécondation s'effectue dans ces cellules (**Raven et al., 2003**).

Figure 20. Reproduction sexuée chez *Spirogyra* sp.

I.4.2.4.Cycle biologique

-Concernant l'alternance cytologique de phase, la méiose intervient juste après la fécondation. L'haplophase est donc plus importante que la diplophase, réduite au zygote. Il s'agit d'un cycle haplophasique. Elle possède un archéthalle coloniale filamenteux et ne possède que un ou deux chloroplastes disposées en hélice pariétale dans un filament unique formé d'une succession de cellules toutes semblables dans lesquelles elle accumule de l'amidon stocké autour d'un pyrénioïde.

-Concernant l'alternance morphologique de générations, ce cycle ne comporte qu'une génération : de la méiospore à la fécondation (pas de génération entre le zygote et la formation des spores). Il s'agit d'un cycle monogénétique (Figure 21) (**Djeddaoui et Zakhrouf., 2014**)

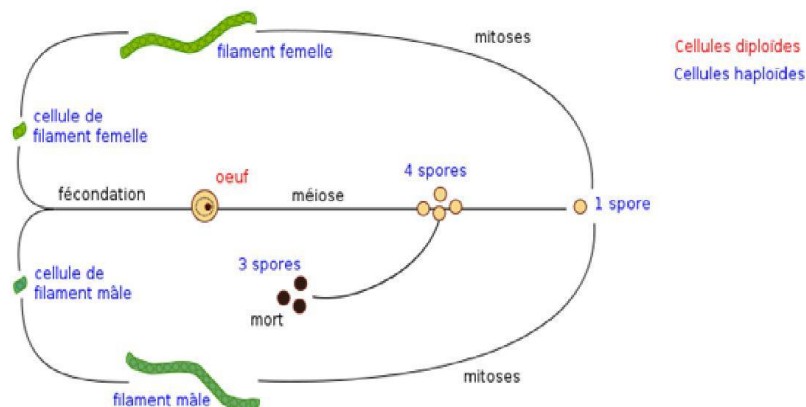


Figure 21. Le cycle biologique de *Spirogyra* (à lire de gauche à droite sur la ligne horizontale (Djeddaoui et Zakhrouf ., 2014) .

I.4.2.5. Cycle saisonnier, croissance

Les spirogyres sont caractéristiques de développement précoce printanier, de nouveaux filaments prenant naissance à partir des zygotes. Elles font partie des premiers genres d'algues à apparaître dans le milieu (Collectif, 1997).

Selon les espèces, la longueur des périodes de reproduction et de développement végétatif varie (Simons & van Beem, 1990). Les spirogyres peuvent disparaître vers le milieu du mois de juin ou prolonger leur existence jusqu'à l'automne (Collectif, 1997).



Figure 22. Cycle haplobiontique du *Spirogyra* (Roland et Vian, 1985).

I.4.2.6.Biomasse

Les biomasses de spirogyres ne sont jamais très importantes. Pourtant leur taux de photosynthèse est très largement supérieur à celui des cladophores et autres algues qui peuvent, elles, présenter de fortes productions tout en ayant des taux de photosynthèse peu performants (**Collectif, 1997**).

Le recouvrement maximal observé dans le bassin Rhin-Meuse peut atteindre 70 %. Les biomasses de spirogyres restent relativement faibles, comparées à celles de cladophores. Leurs herbiers présentent en effet une structure très aérée avec un encombrement en volume non négligeable (**Collectif, 1997**).

I.4.2.7.Alimentation

Ces algues sont autotrophes grâce à la photosynthèse. Grâce à l'eau, au CO₂ dissous et à l'énergie lumineuse, elles fabriquent leur propre matière organique (**Corolla et al 2012**).

I.4.3.Distribution actuelle

La répartition géographique des spirogyres reste encore peu connue. Il existe quelques références de développement de ces algues : dans les bassins Rhône-Méditerranée-Corse, Loire-Bretagne, Adour-Garonne, Rhin-Meuse et Seine-Normandie (**Collectif, 1997**). Aucune prolifération de spirogyres n'a été signalée dans le bassin Artois-Picardie, soit cette espèce en est absente, soit elle est présente mais n'y prolifère pas. Dans le premier cas, il faut être vigilant car cette espèce est signalée dans les bassins Rhin-Meuse et Seine-Normandie limitrophes au nôtre.

I.4.4.Biotope :

Les spirogyres se développent au printemps, généralement dans les fossés, étangs et anes des eaux douces claires et calmes (**Collectif, 1997**).

Elles résident généralement sans fixation dans la tranche d'eau ou au niveau des sédiments. Quelques espèces présentant des rhizoïdes sont fixées dans le courant (*Spirogyra fluviatilis*) (**Collectif, 1997**).

I.4.4.1. Paramètres physiques

Les spirogyres montrent une affinité ou une tolérance pour les fortes radiations et les eaux fraîches, conditions réunies au printemps. Elles semblent achever le développement de leur biomasse en conditions d'éclairement et de températures élevées. Par contre elles ne peuvent maintenir une activité photosynthétique à des températures élevées combinées à un faible éclairement. Ainsi les spirogyres paraissent ne pas supporter les effets indirects de l'auto-ombrage (exposition prolongée à l'ombre), ceci entraînant des mortalités de sub-surface à la fin du printemps (**Collectif, 1997**).

Les espèces non fixées sont caractéristiques des eaux lentes et stagnantes. L'espèce fixée, *Spirogyra fluviatilis*, supporte mieux le courant (**Collectif, 1997**).

Les spirogyres se développent généralement à des profondeurs allant jusqu'à 50 cm, et parfois même jusqu'à 7 m comme sur la Durance (**Khalanski, Bonnet & Gregoire, 1987**).

Ces algues sont relativement indépendantes du type de substrat dans la mesure où elles n'y sont généralement pas fixées (sauf *Spirogyra fluviatilis*) (**Khalanski et al., 1987**). Certains auteurs les situent sur vases, graviers, pierres et galets (**Rodriguez & Vergon, 1996**).

I.4.4.2. Paramètres chimiques

Les spirogyres sont rencontrées principalement dans des eaux assez faiblement minéralisées (**Collectif, 1997**). Aux Pays-Bas elles ne sont jamais rencontrées dans des eaux dont le pH est inférieur à 5 (**Collectif, 1997**).

La présence de spirogyres n'a pas été relevée dans des eaux très douces et oligotrophes. Contrairement à d'autres types d'algues, elles ne supportent pas des teneurs en magnésium élevées (inférieures à 70 mg/l de Mg^{2+}). Par contre on les rencontre pour des teneurs élevées en sodium et potassium (**Collectif, 1997**).

En conditions mésotrophes ou modérément eutrophes, les spirogyres constituent des communautés diversifiées avec notamment de nombreuses espèces. La coexistence d'algues et de macrophytes s'opère avec une croissance optimale des spirogyres au printemps et des macrophytes en été (**Collectif, 1997**).

Les spirogyres sont souvent des espèces d'eaux calmes probablement parce que physiologiquement, ce manque de courant leur est bénéfique par rapport à l'absorption de nutriments. D'ailleurs, on ne remarque pas de relation particulière entre les teneurs en phosphate et la présence de ces algues. Par contre il y a une corrélation entre le recouvrement de ces algues et la présence d'azote pour des teneurs allant jusqu'à 0,5 mg/l d'ammoniac (Collectif, 1997).

La présence massive de ces algues indique souvent une pollution organique ou minérale.

I.5. Écologies des algues

La flore algale peut être scindée en algues planctoniques appartenant au phytoplancton regroupant des organismes phytomicroscopiques vivant en suspension dans l'eau et en algues benthiques appartenant au benthon, constitué par l'ensemble des organismes vivant en liaison intime avec le fond (Barsanti et Gualtieri, 2006 ; Donadieu, 1985).

Ces algues benthiques, en réponse à des facteurs environnementaux (Substrat, lumière, salinité de l'eau et lumière) dessinent un étagement floristique. La lumière joue un grand rôle dans la répartition des algues en fonction de la profondeur. Les chlorophycées vivent toujours à faible profondeur (Dejean et Pierre, 1977).

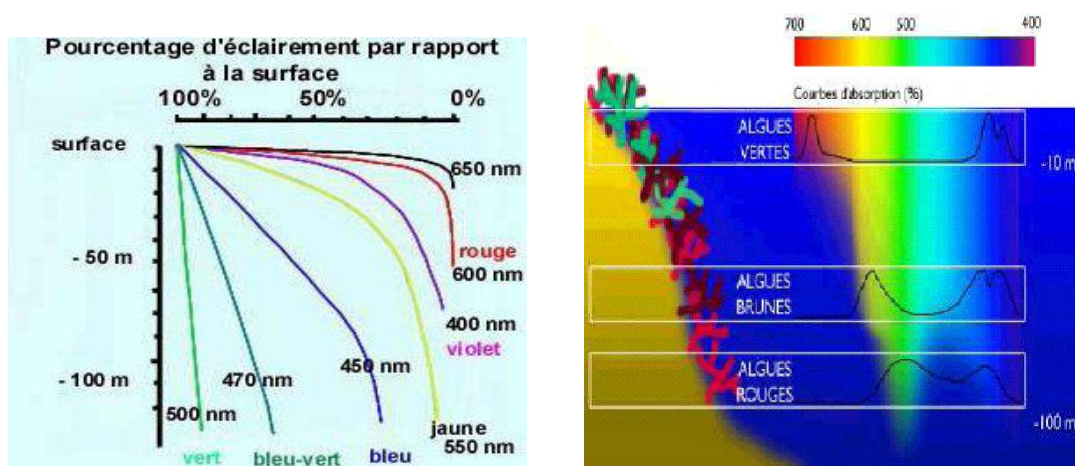


Figure 23. Zonation verticale des macroalgues (Cormaci et Furnari, 2005).

La chlorophylle absorbe surtout les radiations rouges et puisque celles-ci ne pénètrent plus en profondeur, les algues vertes ne peuvent plus vivre. Au contraire les algues qui croissent en profondeur, les rhodophycées en particulier utilisent grâce à leurs pigments les radiations qui pénètrent plus profondément (**Dejeanet Pierre., 1977**).

I.6. Distribution :

La plupart des algues se développent en milieu aquatique d'eau douce, saline ou saumâtre, mais certaines sont terrestres et sont capables de se développer à même le sol ou sur le tronc des arbres (**Michel, 2000**).

Elles peuvent y être en suspension (planctoniques) ou attachées et vivant sur le fond (benthiques). quelques algues vivent à l'interface eau –air et sont appelées neustoniques .Le plancton (du grec plagktos, errant) est fait d'organismes aquatiques flottant librement, la plupart microscopiques. Le phytoplancton comprend des algues et des petites plantes tandis que le zooplancton est formé des animaux et des protistes non photo synthétiques .certaines algues se développent sur des roches humides, du bois, des arbres ou à la surface d'un sol mouillé. Les algues sont aussi des endosymbiotes de divers protozoaires, mollusques, vers ou coraux .plusieurs algues se développent comme des endosymbiotes de plantes, certaines sont attachées à la surface de divers structures, tandis que d'autres mènent une vie parasitaire. Des algues sont aussi associées aux mycètes pour former des lichens (**Prescott et al., 2003**).

I.7.Composition et valeur nutritive des algues

Les algues sont caractérisées par une composition chimique riche et prometteuse. L'analyse de la matière sèche révèle une richesse en protéines, glucides, vitamines, oligoéléments et en pigments (chlorophylles, caroténoïdes, xanthophylles et phycobilines) (**Ismail et Hong., 2002 ; Duan et al., 2006 ; Donadieu, 1985 ; Ganesan et al., 2008**).

I.8.Longévité des algues :

Quels que soient leur morphologie et leur type de cycle biologique, les algues peuvent avoir des durées de vie extrêmement variables selon les genres et parfois selon les espèces au sein d'un même genre. Ces caractères, combinés à ceux de leur complexité morphologique et de leur cycle reproducteur, impriment à la végétation la physionomie que nous en percevons.

Certaines algues sont annuelles et ont une durée de vie courte, toujours inférieure à l'année. Parmi elles, certaines connaissent une succession rapide de générations. Ce sont, par exemple, les Ulvales, dont les proliférations estivales se surimposent à la physiologie normale de la végétation.

D'autres apparaissent à la saison favorable, se reproduisent et passent ensuite la mauvaise saison sous forme de plantules quiescentes ou de générations microscopiques. Tel est le cas des grands *saccorhiza polyschides* des côtes atlantique.

D'autres algues sont pérennantes et vivent plusieurs dizaines d'années, mais leur durée de vie n'est généralement pas très bien connue, à l'exception de quelques exemples remarquables de laminariales dont les populations exploitées ont fait l'objet de nombreuses mesures, et de fucales (Cabioc'h et al., 2006).

I.9. Condition de vie des algues :

Les algues ; tout comme l'ensemble des organismes marins ; sont soumises à un ensemble de conditions propres au milieu marin et qui constituent leur environnement. Elles sont présentes à l'égard de celui-ci d'une part des adaptations, d'autre part des exigences. De la combinaison de tous ces facteurs résulte la physiologie du paysage algal que nous observons. Nous en évoquerons donc brièvement les traits marquants (Cabioc'h et al., 2006).

I.9.1. La lumière, condition essentielle :

La lumière intervient sur l'algue de diverses façons : par l'intensité lumineuse, par la nature des radiations et par la durée des périodes de luminosité et d'obscurité.

La quantité et la qualité de l'algue dépend de la pénétration de la lumière dans les masses d'eau. Elle peut favoriser ou freiner son développement.

Les algues détiennent des pigments différents selon les espèces, qui interviennent dans la capture de la lumière. Elles ne font pas toutes le même usage des radiations lumineuses : certaines recherchent beaucoup de lumière et d'autre peu (Moreau, 2002).

I.9.2. Le substrat (ou support) :

Les algues n'ont pas de racines et ne peuvent donc tirer aucune nourriture de leur support. Les éléments nutritifs viennent du milieu qui les baigne. Néanmoins, le substrat ou support joue un rôle par sa nature et ses caractéristiques et déterminera l'espèce qui viendra

s'y fixer. Les roches calcaires par exemple, sont envahies par les algues perforantes microscopiques, ce qui leur confère une coloration spécifique.

A l'inverse, certaines autres espèces fuiront le substrat calcaire.

En outre, le support peut être en eau profonde ou peu profonde comme sur les rochers, les constructions portuaires, les bouées ou les coques de bateaux. Elles peuvent aussi se développer sur un organisme vivant animal ou végétal (**Cabioc'h et al., 2006**).

I.9.3. Les facteurs hydrodynamiques (facteurs liés au mouvement de l'eau) :

Les vagues, les courants et les marées créent une agitation de l'eau de laquelle dépendent les réactions des algues. Ainsi, chaque espèce supporte différemment ces facteurs hydrodynamiques. Ceux-là agissent donc sur la composition des peuplements d'algues.

I.9.4. La température :

Elle agit sur le système métabolique et reproducteur de l'algue. C'est alors que des variations de température peuvent agir sur la dispersion ou la régression des peuplements. (**Moreau, 2002**).

I.9.5. La salinité de l'eau :

La salinité agit de deux façons sur l'algue : soit par dissolution du sel dans l'eau, soit par concentration du sel dans l'eau. Ces modifications temporaires ou permanentes peuvent incommoder la vie de l'algue. Les zones à salinité variable limitent l'adaptation des algues. Cette instabilité intervient sur le métabolisme, le perturbe à tel point parfois qu'elle entraîne une élimination des espèces. Seules les algues vertes réussissent à s'adapter (**Moreau, 2002**).

I.10. Les utilisations des algues

Les algues sont exploitées industriellement tant dans l'alimentation que dans l'agriculture, la médecine et toutes les formes d'industrie (**Naegelé , 1967**). La quantité d'algues produites annuellement par culture ou récoltées dans le monde est de l'ordre de neuf millions de tonnes d'algues fraîches. Les producteurs principaux sont la Chine, la Corée et le Japon (**Marfaing et Lerat, 2007; Dhargalkat et Verlecar, 2009**) qui, à eux seuls, totalisent les quatre cinquièmes de la production (**Marfaing et Lerat, 2007**).

I.10.1. Utilisation alimentaire

Les algues sont consommées en Asie depuis l'aube de l'humanité (**Burtin, 2003; Marfaing et Lerat, 2007**). En Occident, cette consommation directe d'algues est plus récente. Des études épidémiologiques menées en Asie mettent en évidence une incidence plus faible des cancers du sein, du côlon et de la prostate liée à la consommation régulière d'algues. Ces résultats seraient en faveur du rôle possible de facteurs nutritionnels multiples, en particulier liés à la présence simultanée dans les algues de différents nutriments comme les protéines, polysaccharides plus ou moins sulfatés, minéraux et oligoéléments mais également métabolites secondaires tels que les polyphénols, caroténoïdes, stérols et bêtaïnes (**Marfaing et Lerat, 2007**). La France est le premier pays européen à établir une réglementation spécifique concernant l'utilisation des algues pour la consommation humaine en tant que substances alimentaires non traditionnelles (**Burtin, 2003**).

Enfin, il ne faut négliger ni les risques de toxicité des algues à un haut degré d'incorporation, ni les risques sanitaires en cas de dysfonctionnement de la culture recevant le déchet organique.

Actuellement, seule la spiruline semble avoir été vraiment utilisée en alimentation comme condiment et en apport protéique (**Iltis, 1974**).

I.10.2. Utilisation industrielle

Si les algues sont utilisées à l'état naturel comme produit final pour l'alimentation et l'agriculture, c'est surtout leurs dérivés qui ont pris un immense intérêt industriel: ce sont les alginates, l'agar-agar et les carraghénanes (**Naegelé, 1967**). La forte affinité de ces polysaccharides à l'eau, les a qualifiés d'hydrocolloïdes (**Venugopal, 2009**). Ils sont extraits de différentes macroalgues rouges et brunes (**Naegelé, 1967; Barsanti et Gualtieri, 2006; Venugopal, 2009**). Ces hydrocolloïdes jouent un rôle important comme agents gélifiants, épaississants, texturants, stabilisants et émulsifiants (**Venugopal, 2009**).

I.10.3 Utilisation agricole

Une autre utilisation intéressante des algues, pratiquée de longue date et fort répandue est celle du goémon, comme engrais formé principalement d'algues brunes: les *Fucus* et les *Laminaires* (**Naegelé, 1967**). La biodisponibilité de quantités adéquates de potassium, d'azote, d'hormones végétales et de micronutriments, la teneur élevée en matière

organique, notamment en fibre, ainsi que la forme soluble dans l'eau des éléments minéraux et oligo-éléments dans les algues font d'elles un excellent engrais (**Venugopal, 2009**). La pulvérisation d'engrais liquide sur les plantes, technique récemment adoptée, a augmenté l'efficacité d'absorption des nutriments par les plantes (par les feuilles) dans les 10 à 15 minutes de son application (**Dhargalkar et Pereira, 2005**). Cette méthode montre des résultats positifs en termes de santé des plantes, l'augmentation des taux de croissance, la résistance aux ravageurs et des rendements plus élevés de 25 à 30% (**Dhargalkar et Pereira, 2005; Venugopal, 2009**).

I.10.4. Utilisations médicale et pharmaceutique

Les pays maritimes ont eu recours aux algues comme vermifuge, anesthésique et pommade pour le traitement de la toux, des blessures, la goutte et le goitre (**Dhargalkar et Pereira, 2005**). Sur le marché pharmaceutique environ 40 médicaments sont déjà fabriqués à partir de matières chimiques d'algues. En ce qui concerne l'agar-agar son usage est répandu dans la préparation de milieux de cultures nécessaires pour la microbiologie. Il est aussi employé avec succès dans le traitement de la constipation. Le carraghénane est administré contre les irritations du tube digestif et dans le cas d'une dysenterie. En pharmacologie, il est employé comme agent émulsionnant dans l'homogénéisation des huiles et comme l'agar, c'est un hémostatique efficace. L'alginate comme le carraghénane, joue un rôle dans la prévention des ulcères. Un médicament appelé communément « mousse de corse » est connu pour son usage comme excellent vermifuge contre les oxyures et les ascaris (**Naegelé, 1967**).

I.11. Nuisances liés aux algues

I.11.1 Détérioration esthétique.

La prolifération des algues peut devenir trop abondante dans certaines conditions et créer des inconvénients majeurs dans bien des milieux. Les étangs de pêche et d'engraissement de poissons ont des problèmes principalement reliés aux algues vertes de type filamenteuses. La plus commune est *Spirogyra sp*, dont les filaments s'enchevêtrent pour donner l'apparence de masses informes gélatineuses, distribuées un peu partout dans les étangs et accrochées à n'importe quels substrats. Elles s'accrochent même aux hameçons et aux lignes des pêcheurs, ce qui rend l'activité récréative moins agréable (**Morin., 2007**).

I.11.2.Consommation de l'oxygène.

La présence d'algues vertes en forte densité a aussi un impact sur la concentration en oxygène dissous dans l'eau. L'activité photosynthétique réalisée par les algues pendant le jour produit de l'oxygène, qui peut atteindre une concentration supérieure à la saturation. Cependant, pendant la nuit, les mêmes algues consomment de l'oxygène, dont la concentration peut diminuer de façon importante. Cette baisse de l'oxygène dissous peut être assez marquée, surtout à la fin de la nuit, pour être néfaste aux poissons (**Morin, 2007**).



Chapitre III. Matériels & méthodes

I. Présentation des régions d'étude

I.1.Présentation de la région de Laghouat

I.1.1. Situation géographique de la région de Laghouat

La Wilaya de Laghouat (capitale de région steppique) est située au sud centre du pays, Elle est limitée au Nord par la wilaya de Djelfa, à l'Ouest par la wilaya d'El Bayadh, au Nord-ouest par la wilaya de Tiaret et vers le sud par la wilaya de Ghardaïa (**CDF, 2013**). Elle située à la limite septentrionale du Sahara ($33^{\circ} 46' N$, $2^{\circ}56'E$) et à une altitude de 752 m, est éloignée de la capitale Alger de 400km (**C.D.F, 2012**), elle couvre une superficie totale de : 25 052 km² (**D.P.A.T, 2010**).

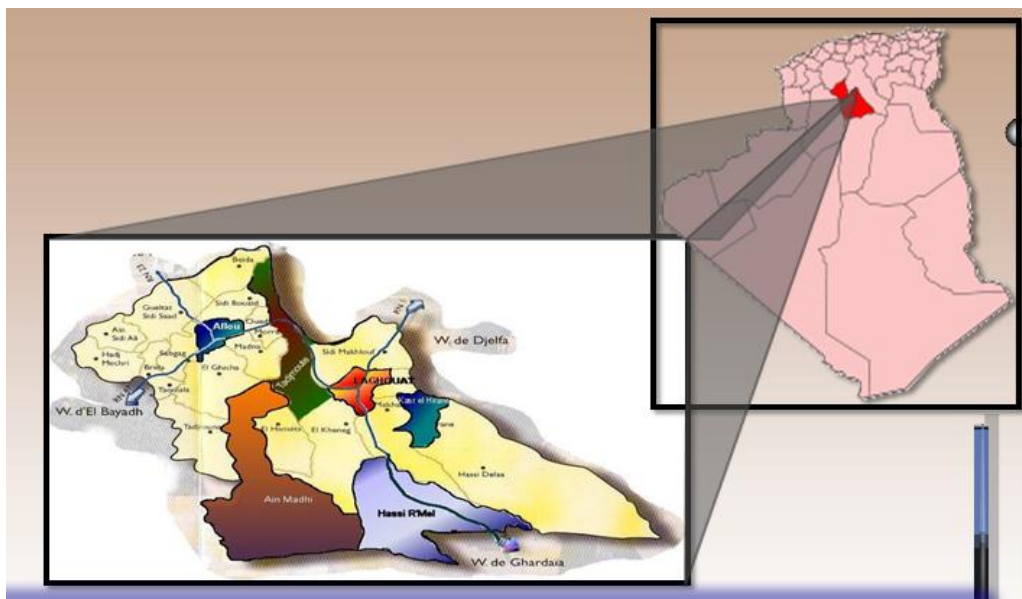


Fig 24.situation géographique de la région de Laghouat (**CRSTRA, 2013**).

I.1.2.Les reliefs

Sur le plan orographique, la région de Laghouat est constituée de deux zones distinctes est limitée au Nord par la série montagneuse :

1- La zone de l'Atlas Saharien caractérisée par des altitudes allant de 1.000 à 1.700 m avec des pentes de 12,5 à 25 %. Cette zone au Nord-Ouest de la Wilaya (régions d'Aflou et Brida). Elle est constituée de vieux massifs forestiers d'une superficie de : 47.095 ha, de nappes alfatières couvrant une superficie de 315.125 ha ainsi que de pacages et parcours d'une superficie de 1.531.766 ha.

2- La zone des Hauts Plateaux et de Plateaux Sahariens caractérisée par des altitudes allant de 700 à 1.000 m et des pentes de 0 à 3 %.

Cette zone est constituée de vastes étendues steppiques d'une superficie de 1.900.000 ha dont une grande partie a été dégradée sous l'effet des sécheresses prolongées **(D.P.A.T 2010)**.

I.1.3. Le sol

Les sols de la région de Laghouat sont en majeure partie d'apport alluvial typique sur croute calcaire, peu évolué, à texture légère à teneur faible en matière organique. Dans les sols à croûte calcaire, les espaces inter-feuillets sont largement investis par les racines et les radicelles des espèces steppiques **(Pouget, 1980)**.

I.1.4. Hydrologie

Les ressources en eaux superficielles sont localisées dans l'Atlas Saharien leur faible importance est liée à l'irrégularité du régime pluviométrique et à la forte évaporation, Les principaux Oued sont : Oued M'zi, Oued Touil et Oued Medsous.

Le réseau hydraulique de la wilaya est caractérisé par les cours d'eaux suivants :

- 125 réservoirs d'une capacité de stockage de 68010 m³
- 05 retenues collinaires : d'un volume de 16850 m³

Les ressources souterraines mobilisées par le biais de 124 forages **(ANONYME, 2012)**.

I.1.5. Les facteurs climatiques

Le climat joue un rôle fondamental dans la vie et la distribution des êtres vivants, il dépend de nombreux facteurs, principalement la température, la précipitation, l'humidité de l'air et le vent **(Faurie et al. 2003)**. Découlant du relief, le climat avec une pluviométrie variant de 300 à 400 mm, des chutes de neige et des gelées blanches.

Dans la région des Hauts plateaux algérienne, le climat est de type aride ou saharien. La pluviométrie varie entre 150 mm.au Centre et 50 mm.au Sud. Les périodes hivernales sont caractérisées par des gelées blanches et ceux de l'été par une forte chaleur accompagnée de vents de sable **(D.P.S.B, 2011)**.

I.1.5.1. Température

La température est l'élément du climat le plus important **(Dajoz, 2000)**, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère. **(Ramade, 1984)**. Le taux de croissance du vecteur augmente à partir de zéro et atteint un seuil maximum et décroît rapidement à zéro à une forte température. (Température létale), La température

ambiante au niveau du micro-habitat de l'adulte du vecteur est importante dans la détermination de la durée du cycle **Coulibaly, (2007)**.

D'après les données (2015) résumées dans le tableau (1), La région de Laghouat a une température variant entre 8.06 et 32.23°C, Les mois de Juillet, Aout sont les plus chauds, et décembre, janvier sont les plus froids.

Tableau 1 : Les Températures moyennes mensuelles enregistrées à Laghouat (2002-2014).

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	At	S	O	N	D	Moy
T moy (C°)	8.2	9.68	14.01	17.42	22.42	27.44	<u>32.23</u>	30.27	25.38	20.1	11.82	8.06	18.91

(ONM; Laghouat, 2015).

I.1.5.1 Pluviométrie

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes (**Ramade, 1984**). Les pluies saisonnières ont une influence plus importante sur les invertébrés (**Kwok et Corlett., 2001**). La première pluie importante est un facteur déclenchant brutalement le vol de certains insectes et certainement bien des éclosions (**Gillon et Gillon., 1973**). La période de pluviométrie joue un rôle dans le développement du moustique plus essentielle que la quantité de pluie, puisque les gîtes doivent être stables, du dépôt des œufs à l'émergence de l'adulte. (**Coulibaly.,2007**). À Laghouat les précipitations sont plutôt faibles varient entre 6.84 à 24,45. Les mois les plus arrosés sont ceux du mois de septembre et d'octobre par opposition les mois les plus secs sont ceux de juillet et de février (Tableau2).

Tableau 2 : Les précipitations moyennes mensuelles enregistrées à Laghouat de (2002- 2014.)

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Moy
P(mm)	14.1	7.5	10.5	19.19	10.47	8.05	6.84	12.75	<u>24.45</u>	23.4	8.71	13.97	<u>13,32</u>

(ONM; Laghouat, 2015).

I.1.5.3 Vent

Selon Ramade (2003), il constitue en certains biotopes un facteur écologique limitant, il limite le développement de la végétation.

Le vent constitue un facteur important d'érosion et de transport des sédiments à la surface de la planète. Il est particulièrement actif dans les régions sèches où la végétation est quasi-absente. Ils ont une action indirecte en modifiant la température et l'humidité (**Dajoz, 2006**). Dans nos régions, les vents dominants sont généralement orientés ouest-nord-ouest en saison humide (automne, hiver, début de printemps) alors que les vents secs et chauds du sud (siroco) se manifestent surtout pendant la saison chaude et même dès le début du printemps (**Pouget, 1977**). Les valeurs les plus élevées sont enregistrées en mois d'avril et mars avec respectivement 3.03 et 4.87 (m/s). (Tableau 3)

Tableau3: Vitesse du vent (m/s) moyenne mensuelle de la région de Laghouat (2002-2012)

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Moy
V (m/s)	3.13	3.94	4.14	4.87	4.1	3.95	3.74	3.52	3.18	2.71	3.03	3.12	3.63

(O.N.M.2013)

I.1.5.4 -Humidité relative

Elle contribue principalement à la longévité du vecteur, plus l'humidité relative est élevée, plus les chances de survie du vecteur à l'âge épidémio-logiquement dangereux sont grandes (**Coulibaly, 2007**).

L'Humidité relative de l'air indique que l'état de l'atmosphère est plus ou moins est plus ou moins poché de la condensation ; c'est à la valeur de l'humidité relative que correspond la sensation d'humidité ou de sécheresse de l'air (**Seltzer, 1946**)

L'humidité de la région de Laghouat varié de 28,54% à 68,45%.

Tableau 4 : Humidité moyenne mensuelle de la région de Laghouat (2002-2012) (OMN, 2013).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
H %	66,73	58,73	46	45,91	40,27	36,18	28,54	32,18	46,64	56,36	64,36	68,45	49,20

I.1.6. La végétation

La zone Nord-ouest est constituée de vieux massifs forestiers d'une superficie de 68.430 Ha de nappes alfatières couvrant une superficie de 315.125 Ha. Dont 77.500Ha.Sont exploitables ainsi que de parcours d'une superficie de 508.000 Ha. (**Pouget., 1980**).

La zone Sud-est est constituée de vastes étendues steppiques dont une grande partie a été dégradée par certain facteur comme la sécheresse et les labours illicites. La composition et la répartition du cortège floristique sont étroitement liées aux facteurs écologiques du milieu (C.D.F, 2008).

I.1.7. La faune

Peu de travaux qui se sont penchées sur la faune de cette région encore mal investiguée, les vertébrés sont touchés par l'étude dans certains aspects, tantôt parasitologie (Dendane, 2013, Sebaa, 2013) d'où la présence des rongeurs réservoirs, tels que *Mus musculus*, ainsi que la *Merionshawii*. Dans la même approche l'étude de GHANA et ALLAU (2013) sur l'évaluation de la biodiversité d'Oued Bakdeche aux alentours d'Oued Sidi makhoul est qui signale 82 espèces d'invertébrées. Mais auparavant des observations sur terrain ont été effectuées par les agents de la conservation de la même wilaya, ceux-ci sous forme de recensement. Ces derniers attestent de la présence de 13 espèces de mammifères, 12 espèces d'oiseaux et 02 espèces de reptiles.

I.2. Présentation des sites d'études

I.2.1. Choix et description des stations d'étude

Les prélèvements et l'échantillonnage des moustiques et des algues a eu lieu durant la période d'activité des moustiques, le mois d'Avril 2016 à région rural (Lalmaya) de la wilaya de Laghouat, qui est situé près de la commune Tadjrouna, d'une distance de 89 km.

On a prospecté sept gîtes:

- Le premier gîte présentant une mare d'eau douce riche en algues, à côté de barrage lalmaya.
- Le deuxième gîte une mare d'eau à côté d'Oued lalmaya. à 18°C
- Le troisième gîte à 15°C
- Le quatrième gîte autre une mare d'eau à côté d'Oued lalmaya à 18°
- Le cinquième gîte à 23°C
- Le sixième gîte présentant une mare d'eau douce riche en algues, à côté d'Oued lalmaya à 18°
- Le septième gîte à 23°C

Tableau5 : Récapitulatif des sites d'étude

Site		Coordonnées géographiques	Altitude (m)
Lalmaya (tadjrouna)	1	33° 25' 25.86'' N 1°59' 59.64'' E	935m
	2	33° 25' 25.79'' N 1° 59' 59.77'' E	915m
	3	33° 25' 25.82'' N 1° 59' 59.74'' E	918m
	4	33°25.77''N 1° 59'.82''E	922m

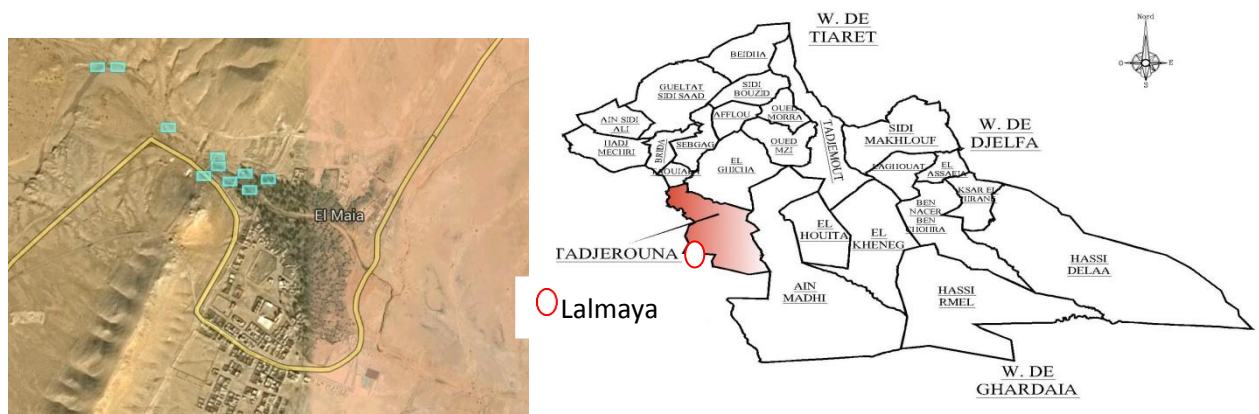


Figure 25 : Localisation des sites d'études

I.3.Matériel animal :

I.3.2 Echantillonnage, élevage et identification des individus

I.3.2.1 Technique d'échantillonnage des populations Culicidiennes (voir annexes)

De nombreuses méthodes sont disponibles pour échantillonner les populations culicidiennes, chacune a ses avantages et ses inconvénients. Le choix entre ces méthodes dépend des objectifs de l'étude, pour notre cas on a choisi la méthode des récoltes larves.

Les prélèvements ont été réalisés selon la technique du coup de louche (1 litre d'eau par louche) ou dipping (RIOUX et al., 1965 ; SUBRA, 1971 ; PAPIEROC et al., 1975,

CROSET et al, 1976). Cette méthode, simple a priori, consiste à plonger, en plusieurs endroits du gîte larvaire.

La louche est plongée doucement dans l'eau, puis déplacée d'un mouvement uniforme, pendant ce geste il faut faire attention de ne pas déranger les larves et de ne pas les faire disparaître au fond, si elles sont été dérangées, attendre une minute ou deux et continuer la récolte, la louche est sortie de l'eau en faisant attention de ne pas renverser l'eau contenant les larves, puis elle est gardée immobile jusqu'à ce que les larves viennent à la surface de l'eau.

Enfin on a aspiré les larves à l'aide d'une pipette et les transférer dans un flacon puis on a les transporté aux laboratoires des sciences biologiques de l'Université.



Fig 26: la technique du coup de louche (Originale.2016).

I.3.2.2.Montage et identification des larves au laboratoire : (voir annexes)

Nous avons utilisés seulement les larves du quatrième stade pour une identification fiable; On trait les larves selon le genre par l'observation de la déférence entre eux, à la présence de siphon chez les culicinae et son absence chez les anophèles.

Les larves récoltées sont conservées dans de petits tubes plastiques de transport, bien identifiés organisées par gîtes contenant de l'alcool éthylique à 70°, puis elles sont mises dans le NAOH (5g de NAOH dans 100ml d'eau distillée) pendant 2jours ou 3 jours pour le bon éclaircissement des larves. Le montage se fait entre lame et lamelle dans une goutte gléceryl, puis on faire l'identification sous la loupe binoculaire à l'aide d'un logiciel d'identification (Les Culicidae de l'Afrique Méditerranéenne, IRD, 1999).

D'autre part la conservation des adultes soit dans l'éthanol (70°), soit dans un tube contient de silicagel et coton pour la dissection.

I.3.2.3. Mise en élevage

Les larves récoltées dans les d'étude sont maintenues en élevage au laboratoire dans des récipients contenant l'eau de leurs gîtes. La nourriture est un mélange de biscuit 75% et de levure 25% (Rehimi et Soltani ., 1999).

Lorsque les larves atteignent le stade nymphal, elles sont placées dans des récipients et déposées dans des cages cubiques (40 x40 x35 cm) avec une armature en bois, couverte de tulle comportant sur le côté, un manchon de tulle de 20cm de longueur sur 12cm de diamètre pour permettre l'introduction de la main.

I.4.Matériel végétale

I.4.1. Préparation des poudres et extraits des algues comme des larvicides (voir annexes)

Dans cette étude, nous avons pensé à l'utilisation des poudres et des extraits des algues comme produit de traitement et nous allons tester, au laboratoire l'efficacité de ses extraits, contre les larves des moustiques.

I.4.1.1.Technique d'échantillonnage des algues

L'algue d'eau douce *Spirogyra* sp est récoltée a une profondeur de 10 à 20 cm dans le courant d'eau douce de la région lalmaya de commune de Tadjrouna (Wilaya de Laghouat).



Fig27. Algue *Spirogyra* sp. (Originale .2016)

L'algue verte est lavée avec de l'eau douce sur place puis sont emportées au laboratoire.et on a observé l'algue étudiée ; A l'aide d'un guide d'identification crée par Sylvainr et all 1996 , on a montré les caractéristiques suivantes :

 Aspect à la loupe binoculaire:

Thalle comportant une base prostrée et un appareil dressé souvent richement ramifié. base prostrée souvent discrète faite de filament rompant rhizoidaux, forme occasionnellement un disque pseudo-parenchymateux. Appareil érigé bien développé à ramification alternes, opposées ou dichotomes, occasionnellement verticillées ou irrégulièrement arrangées.

 Aspect microscopique

Filaments unisériés très fins, Cellules de la base prostrée cylindriques étroites et allongées.

- **Coloration**

Au lugol, coloration en bleu-noir montrant la présence d'amidon.

- **Dimensions**

Cellules de la base prostrée de 4-9 μm de large ; cellules de la partie érigée de 5-15(25) μm de large ; (0,5) 2 à 3 (10) fois plus longues que larges.

Après séchage à température ambiante et à l'abri de la lumière. Les algues sont broyées à l'aide d'un mortier en fine poudre qui est sera stockée dans des flacons en verre pour son utilisation ultérieure.

 Produits utilisés

NaoH, le méthanol. Tween, l'eau distillée.

I.4.1.2.Préparation de l'extrait algal **Macération**

Dans un flacon en verre contenant 90 ml de méthanol, on introduit soigneusement 9 g de poudre d'algue *Spirogyra sp.* Pour Les flacons sont agités et sont incubé à température ambiante pendant 24 heures sous agitation. Le macéra obtenu est ensuite filtré à l'aide d'un papier filtre. Le résidu obtenu est macéré encore une fois (**Djeddaoui et Zakhrouf ., 2014**).

 L'évaporation

Les filtrats récupérés sont regroupés puis évaporés à sec sous vide à l'aide d'un évaporateur rotatif (Buchi Rotavapor R-144, Suisse) réglé à 45°C. Le résidu sec est solubilisé dans la Tween pour une concentrât finale de 100 g/l, puis stocké au réfrigérateur à 4°C dans des tubes en verre pour une utilisation ultérieure (**Djeddaoui et Zakhrouf ., 2014**).

 Calcul le rendement

Le rendement d'extraction exprimé en gramme de résidu sec par 9 gramme de la matière sèche est déterminé à l'aide de l'équation suivante:

$$\text{Le rendement} = \frac{\text{masse de l'extrait après évaporation du solvant}}{\text{masse de matière végétale utilisée pour l'extraction}} \times 100.$$

Le rendement d'extraction est exprimé en gramme de résidu sec par 9 grammes de la matière sèche (Djeddaoui et Zakhrouf ., 2014).

I.4.2. Tests de toxicité :**I.4.2.1. Les algues fraîches : (voir annexes)**

Nous devons ajouter 10 larves des chaque espèces des moustiques *Culex hortensis*, *Anophèle sergenti sergenti* dans un flacon contenant une quantité considérables des algues fraîches.

I.4.2.2. La poudre des algues (voir annexes)

Nous devons ajouter 12 larves des chaque espèce *Culex hortensis* et *Anophèle sergenti sergenti* dans une boîte de pétri contenant 20 ml d'eau distillé avec une poudre d'algues aux quantités différentes.

I.4.2.3. L'extrait des algues (voir annexes)

La méthodologie de nos tests est adoptée pour tester la sensibilité des larves, vis-à-vis des insecticides utilisés de lutte .À partir de l'extrait initial de chaque algue et l'eau distillé, plusieurs concentrations ont été préparées pour trouver les doses qui correspond à nos tests. Les tests sont réalisés dans des boîtes de pétrie contenant chacun 20 ml de l'eau distillé et 12 larves(L4) de moustiques de la première espèce (*Culex hortensis*) avec une concentration précise (on a 6 concentrations différentes) d'extrait algal, ce test a été réalisé dans les extraits des algues (*spirogyra sp*).

Le même nombre de larves est placé dans un bécher témoin contenant 20 ml d'eau distillé larvaire. Pour chacune des concentrations de l'extrait ainsi que pour le témoin (témoin préparé), deux répétitions sont effectuées.

La même expérience va être répétée pour la deuxième espèce *Anophèle sergenti sergenti*.

N.B :à chaque fois, de chaque boîte, on a éliminé une concentration précise d'eau distillé et on l'a remplacé par même concentration d'extrait algale.



Chapitre IV. Résultats & discussion

I. Résultats

I.1. Présentation des genres des culicidés utilisés

Nous avons examiné tous les résultats obtenus d'échantillonnage sur terrain et des expériences au laboratoire qui sont réalisés durant la période d'avril 2016. Les genres inventoriés dans le site de Lalmaya sont mentionnés dans le tableau 06.

Tableau 06 : liste des genres inventoriés

Gîte Genre inventorié	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
Culex	+	+	+	+	+	+	+
Anophèle	-	+	-	+	-	+	+

D'après le tableau (06) on peut dire que pendant la période d'études on détermine la présence des deux genres Culex et Anophèles dont le premier genre est plus dominant que le deuxième.

I.2. Etude Systématique des Culicidae dans la station de lalmaya

Dans notre étude nous avons échantillonné les larves L4 des moustiques (culex et anophèles). Après leur identification au laboratoire les espèces inventoriées sont mentionnées dans le tableau 07.

Tableau.7 : Liste des espèces de Culicidae inventoriées au cours de cette étude.

Famille	Sous-famille	Genre	Espèce
Culicidae	Culicinae	<i>Culex</i> Linné, 1758	<i>Culex antennatus</i> Becker, 1903 <i>Culex theileri</i> Theobald, 1903 <i>Culex hortensis</i> Ficalbi 1989 <i>Culex laticinctus</i> Edwards, 1913
	Anophelinae	<i>Anophèles</i> Meigen, 1818	<i>Anophèles labranchiae</i> Meigen, 1818 <i>Anophèles sergentii</i> . <i>Sergentii</i> Theobald 1907 <i>Anophèles d'thali</i> Patton 1905 <i>Anophèles cinereus</i> Theobald 1903 <i>Anophèles multicolor</i> Caamboliu. 1902

L'identification des Culicidae inventoriés dans les 7 gîtes durant les périodes d'échantillonnage, a permis de mettre en relief l'existence de neuf espèces appartenant à deux sous-familles : Anophilinae et Culicinae.

La sous-famille des Culicinae est représentée par quatre espèces, *Culex laticinctus*, *Culex theileri*, *Culex hortensis* et *Culex antennatus*. Quand la sous-famille des Anophilinae est représentée par cinq espèces *Anophele labranchiae*, *Anophele cinereus*, *Anophele dthali* et *Anophele sergentii sergentii*, *Anopheles multicolor* (Tableau 07).

Dans la même station d'étude (Lalmaya), Talha Madjdoub (2015) a noté 11 espèces de culicidées appartenant aux deux sous-familles : Culicinae et Anophilinae.

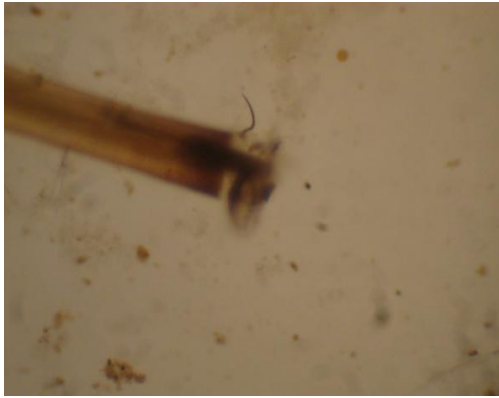
La sous-famille des culicinae est représentée par 7 espèces réparties entre trois genres, celui de *Culiseta* avec *Culiseta annulata* et *Culiseta longiareolata* et le genre de *Culex* avec *Culex pipiens*, *Culex laticinctus*, *Culex theileri* et *Culex antennatus*. Celui *Aedes* avec une seule espèce *Aedes vexans*. Quant à la sous-famille des Anophilinae, elle est représentée par quatre espèces *Anophele labranchiae*, *Anophele cinereus*, *Anophele dthali* et *Anophele sergentii sergentii*.

Deux espèces parmi les neuf sont choisies (*Culex hortensis* et *Anophele sergentii sergentii*) pour le test larvicide par l'algue *Spirogyra* sp.

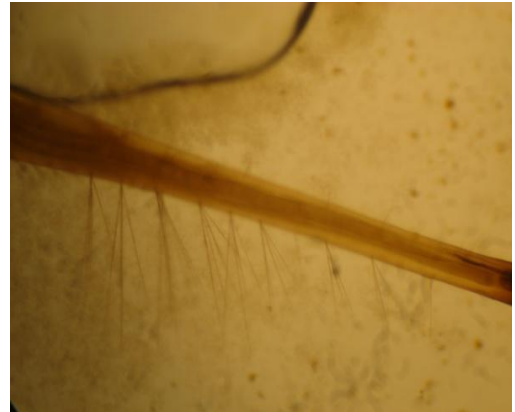
I.2.1. *Culex hortensis* (Ficalbi), 1889

Culex hortensis est un moustique de taille moyenne dont les palpes des femelles présentent sur la phase dorsale au moins une tache d'écaille blanche. La tête de *Culex hortensis* est longue que large, l'insertion de la soie antennaire 3-A à proximité de 4-A. La forme de l'épine préclypéale 1-C est épaisse jusqu'à l'apex. Les soies céphaliques 5-C et 6-C sont formées de deux branches. Le mentum est formé au moins de 8 dents de part et d'autre de la dent médiane. Au niveau de l'abdomen, la coloration du tergite III (M) avec bandes postérieure prolonge à l'avant par un triangle médian. Le siphon présente des soies ventrales et une soie latérale.

Il est largement représenté sur tout le pourtour du Bassin Méditerranéen. Les larves peuvent en effet se développer dans de petits gîtes dépourvus de végétation (trou de rocher) ou dans des gîtes encombrés de végétations (bords de mer).



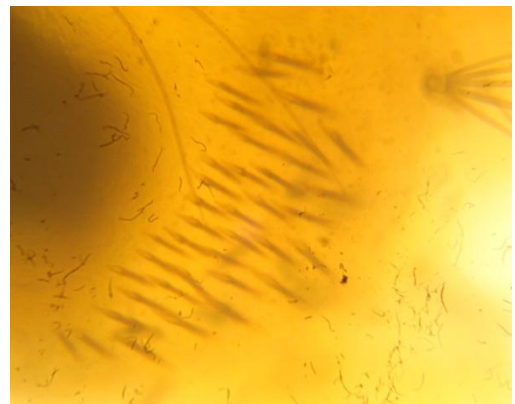
a- Epine subapicale 2-S (Gr×100) ×3



b- Le siphon (Gr×100) ×2



c- L'antenne (Gr×100) ×2



d- écailles du 8ème segment (Gr×400) ×3

Fig.28 : Caractères morphologiques de *Culex hortensis*

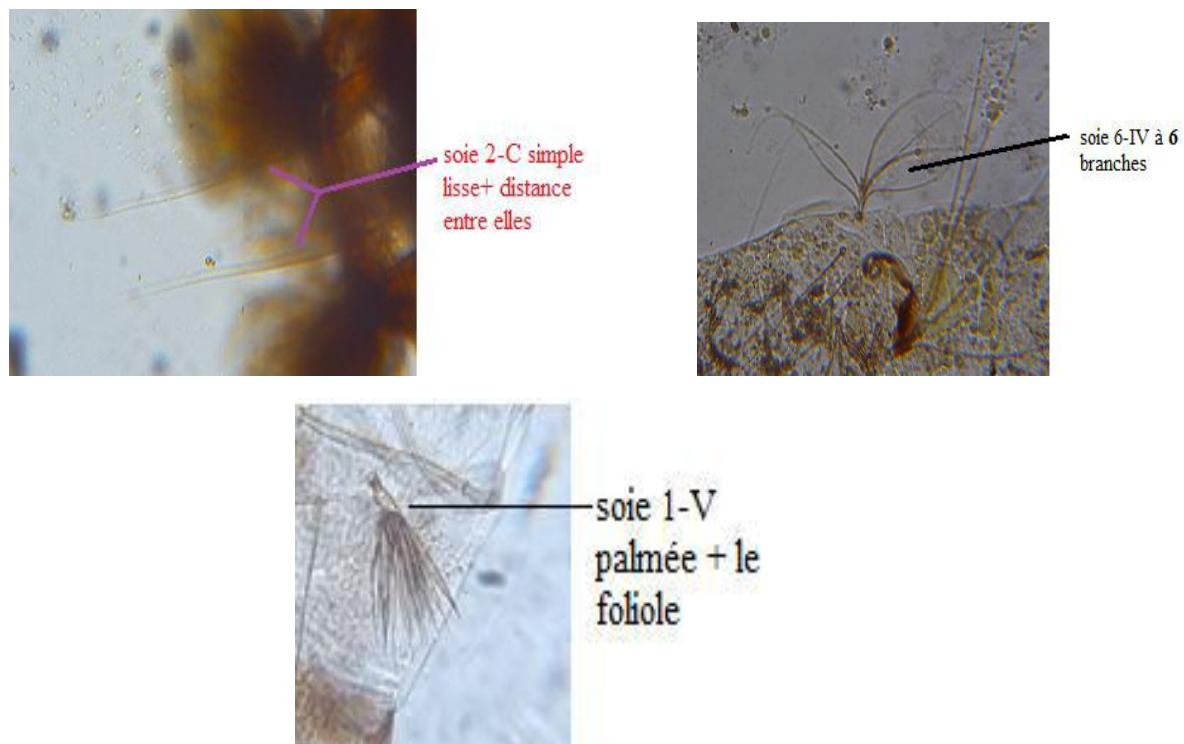
L'eau de ces gites est généralement douce ensoleillée et stagnante. Les larves sont présentes depuis le début de printemps et jusqu'à l'automne. Les femelles ne piquent pas les mammifères. Elles se nourrissent par contre très volontiers sur batracien et reptiles.

1.2.2. *Anophele sergentii sergentii* (Theobald) 1907 :

Cette espèce est présente dans toute la méditerranéenne, les larves de cette espèce se développent essentiellement dans les petits marécages permanents, dans les cultures, irriguées, dans les flaques et mares résiduelles en bordure d'oueds, dans les canaux d'irrigation encombrés de végétation. Les larves préfèrent l'eau douce mais elles peuvent aussi développer dans de l'eau légèrement salée et les femelles apparaissent essentiellement en automne et hiver. Elles sont opportunistes et piquent indifféremment l'homme et les autres mammifères, elles se nourrissent aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur des habitations.

Cette espèce joue un rôle important dans la transmission du paludisme dans toutes les régions arides et sahariennes de l'Afrique méditerranéenne (**Bruhnes *et al.*, 2001**).

La larve d'*Anophèle sergentii sergentii* est répertoriée par la présence d'une soie antennaire 1-A au niveau de tiers basale et un nombre de branche de cette soie antennaire égale à 01 et une soie 2-C d'aspect simple lisse et s'abdomen à une soie 6-IV de nombre de branches égale à 06 et une soie 1-V palmée et un foliole .



A : partie siphonal

b : forme de l'abdomen

.C : forme l'abdomen

Fig.29 : Critères d'identification de l'*Anophèle sergentii sergentii*.

I.3.Résultat du Test d'algue (fraiche, poudre et extrait) sur les larves des moustiques

I.3.1. Test d'algue fraiche



La variation du taux de mortalité chez les deux espèces testés

Après avoir laissé les larves du stade L4 des deux espèces *Culex hortensis* et *Anophèle sergentii sergentii* dans l'eau du gîte avec l'algue fraiche ramenés d'un gîte à 23°C vers laboratoire à même température pendant 24, 48 et 72 h.

Tableau 8 : La mortalité des *Cx hortensis* et *An sergenti sergenti* mets aux algues fraîches.

Temps d'observation	<i>Cx hortensis</i>	<i>An sergenti sergenti</i>
Après 12h	0	0
Après 24h	0	0
Après 48h	0	0
Après 72h	0	0

D'après le tableau 08 on remarque que le taux de mortalité est nul et le développement des larves est continué et accéléré ce qu'il prouve que les algues n'ont aucun effet négatif sur les larves des moustiques.

Dans l'étude de Talha, Madjdoub 2015, les résultats obtenues montrent la mort des larves qui ont été mets avec les algues fraîches ramenés d'un gîte à 18°C vers laboratoire .D'après la comparaison entre ces derniers et nos résultats on peut conclure que la variation de la température est un facteur important qui influe sur les larves des moustiques d'une part et sur les algues d'autre part.

I.3.2. Test de la poudre des algues

I.3.2.1. L'étude de la mortalité des larves de *An sergenti sergenti* et *Culex hortensis* traité par la poudre de *Spirogyra sp*

Après avoir déposé des larves du stade 4 de l'espèce *Cx hortensis* et *An sergenti sergenti* aux différentes concentrations de poudre d'algue *Spirogyra sp* pendant 24 h nous avons résumé nos résultats dans les tableaux suivants :

Tableau 09 : Taux de Mortalité observée après 24h des larves du 4^{ème} stade de *Culex hortensis* traitées par la poudre de *Spirogyra sp* :

Temps de l'observation	Concentration (g/l)						
	Répétition	0.13	2.5	3.5	7.5	9.5	16
Après 24h	R1	0%	0%	0%	0%	34%	34%
	R2	0%	0%	0%	16.66%	16.66%	34%
Moyenne de taux de mortalité		0%	0%	0%	8.33%	25.33%	34%

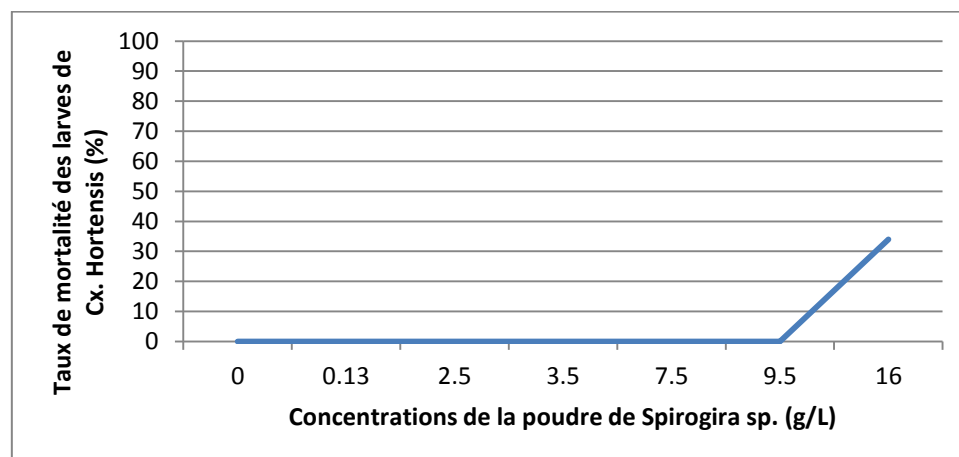


Fig30 : Effet de la poudre de *spirogyra sp* sur les larves du *Culex hortensis*.

On observe que le taux de mortalité varie selon les concentrations de la poudre (*Spirogyra sp*) (Tableau 9 et figure 30), la mortalité des larves *Cx hortensis* par la poudre d'algue commence à partir de la concentration 7.5 g/l. Elle atteint un taux de 34 % à partir d'une Concentration 16g/l.

On a observé que le taux de mortalité est réduit parallèlement avec la concentration de la poudre, mais dans les dernières concentrations il reste constant.

Tableau10: Taux de mortalité observée après 24h des larves du 4ème stade d'*An sergenti sergenti* traitées par la poudre de *spirogyra sp*

Temps de l'observation	La quantité traitée		
	2.5g/l	3.5g/l	16g/l
Après 24h	0%	0%	25%

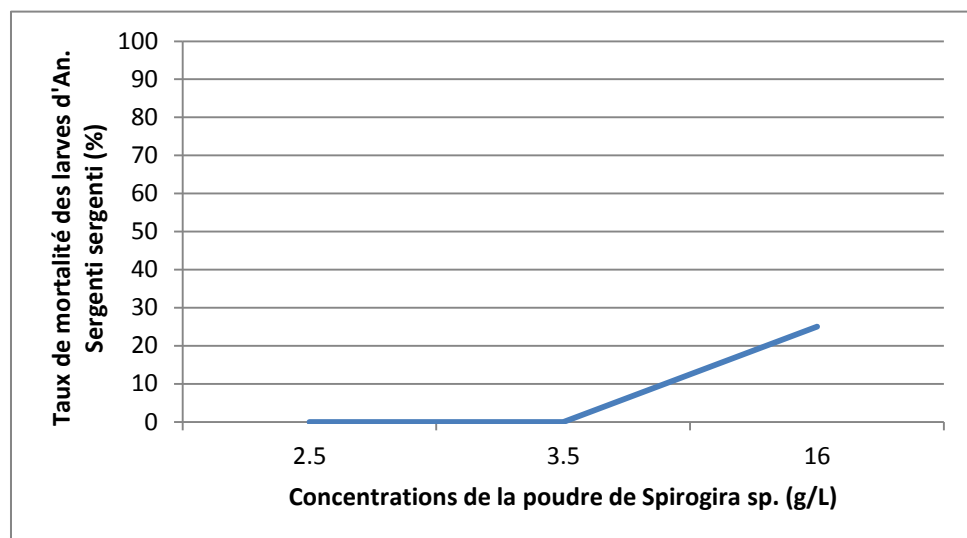


Fig.31 : Effet de la poudre de *spirogyra sp* sur les larves d'*An.sergenti sergenti*.

NB : Nous avons effectués un seul test sur l'*Anophèle sergenti sergenti* vecteur du paludisme, avec seulement deux concentrations de l'extrait de *spirogyra sp* du fait de sa présence en très faible densité dans les gîtes étudiés dans la station de lalmaya .

Le taux de mortalité atteint le quart de la population étudiée à la concentration 16g/l mais dans les autres C le taux est nul.

I.3.3. Test d'extrait des algues

I.3.3.1. L'étude de la mortalité des larves de *Culex hortensis* déposées aux extraits

Tableau 11 : Mortalité observée après 12h et 24 h des larves du 4ème stade de *Culex hortensis* traitées par l'extrait de *spirogyra* sp.

Temps d'observation	Répétitions	Concentration utilisée ml/l						
		Témoin	L'extrait					
		160	1.3	25	35	75	95	160
Après 24h	R1	0	0	0	0	0	50	50
	R2	0	0	0	0	0	17	17
Moyenne de taux de mortalité		0	0	0	0	0	33.5	33.5

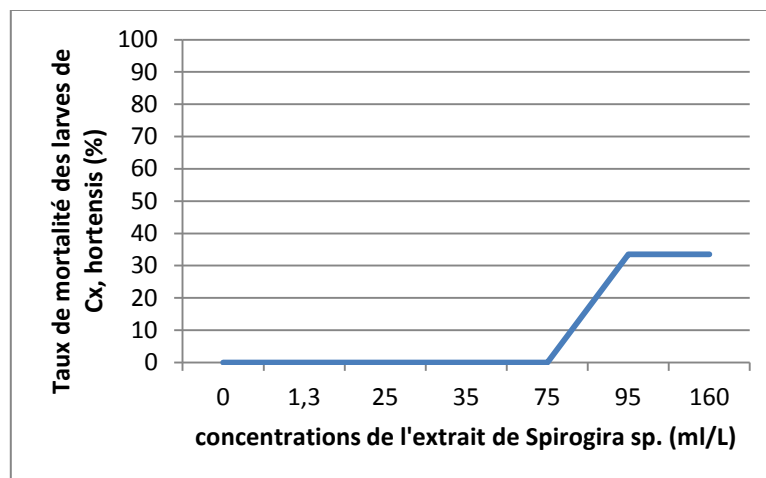


Figure 32: Effet de l'extrait de *spirogyra* sp sur les larves du *Culex hortensis*.

On observe dans les deux C les plus grandes que le taux de mortalité est le même (33.5%)

I.3.3.2.L'étude de la mortalité des larves d'*An sergenti.sergenti* déposées aux extraits

Tableau 12 : Taux de mortalité observée après 24h des larves du 4ème stade d'*An sergenti sergenti* traitées par l'extrait de *spirogyra sp*

Temps d'observations	Concentration utilisée (ml/L)		
	Témoin	L'extrait	
Après 24H	160	25	160
	0	0	33.33%

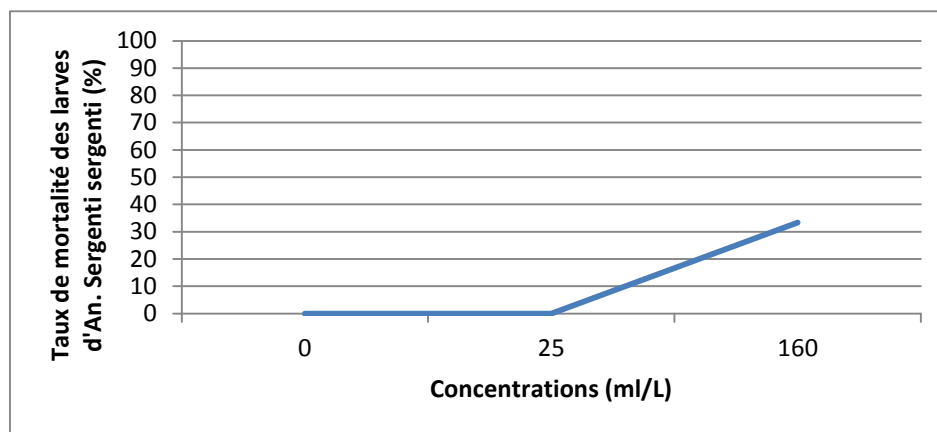


Figure 33 : Effet d'extrait de *spirogyra sp* sur les larves d'*An.sergenti sergenti*.

D'après le tableau (12 et figure 33), on observe que l'extrait atteint les anophèles à une seule concentration (160ml/l).

✚ Calcul le rendement

Le rendement d'extraction exprimé en gramme de résidu sec par 9 gramme de la matière sèche est déterminé à l'aide de l'équation suivante:

$$\text{Le rendement} = \frac{\text{masse de l'extrait après évaporation du solvant}}{\text{masse de matière végétale utilisée pour l'extraction}} \times 100.$$

Le rendement d'extraction (ici extrait d'algue) est exprimé en gramme de résidu sec par 9 grammes de la matière sèche.

D'après nos calculs on obtient :

$$\text{✚ Rendement (spirogyra sp) = 12.23}$$

II. Discussion

Les travaux dans ce contextes sont très rares ou l'utilisation des extraits des algues a effets toxiques sur les insectes n'est pas très répandue surtout en Algérie à propos que l'homme cherche toujours à des méthodes alternatives que les autres qui affecte toujours notre environnement et les faunes non cibles parmi ces travaux on site à titre d'exemple les travaux Aouinty et al, 2006 au maroc ,alouani et al 2009 de la partie Est Algérienne.

Les essais toxicologiques de l'extraits et poudre (différentes concentrations) menés au laboratoire sur les larves de *Cx hortensis* et *An sergenti sergenti* montrent que *spirogyra sp* présente une activité larvicide faible après 24h contre les larves de stade 4.

Ces essais ont nous permet de calculer les paramètres toxicologiques de *spirogyra sp* concernant la CL50 est à l'ordre de successivement après 24H de traitement .dans ce cas on a bien remarqué qu'avec le temps et la C les mortalités sont augmentés progressivement. Les résultats obtenus ont montrés que les larves de *Culex hortensis* sont plus sensibles à la poudre de *spirogyra sp*. Par rapport aux *An .sergenti sergenti* .

Parmi les tests effectués, les résultats obtenus par l'utilisation des poudres des algues montrent que celles-ci possèdent un effet larvicide intéressant sur des larves au stade 4 par rapport aux extraits, aussi par rapport aux algues fraîches.

D'après la comparaison entre nos résultats et ceux de travaux précédents (Aissaoui Linda 2013) Les espèces étudiées dans notre étude ont été moins sensibles que celles qui sont traités avec *Bacillus thuringiensis*.

Les travaux de Aouinty et al, 2006 sur l'extrait de 5 plantes locales (*Ammi visnaga* Lam., *Tetraclinis articulata* L., *Ricinus communis* L., *Nerium oleander* L. et *Inula viscosa* (L.) Ait.), a différentes concentrations 5 %, 4 %, 3 %, 2 % et 1 %, ces extraits sont testés sur (*An Maculipennis* ,*Cx pipiens*) les résultats de ces travaux a précisé que ces extraits constituent des larvicides prometteurs pour la lutte contre les larves du quatrième stade des moustiques nuisibles.

Alouani et al.,2009 travaillent aussi les extraits d' *Azadirachta indica* dans la lutte contre les larves de stade 4 de *Cx pipiens* .Ils ont calculé les CL 50 qui est de l'ordre de 0, 38mg/l comme un effet direct .par contre dans notre étude on a trouvé que CL 50 est de l'ordre de

160g/l ceci a précisé que les extraits d'algue *spirogyra sp* sont moins efficaces que ceux d'*Azadirachta indica*.

Les CL50 d'extrait de *spirogyra sp* calculées pour des larves du quatrième stade (L4) de l'espèce *Culex hortensis* (**Tableau 11**) sont de l'ordre 160 ml/l. Ils présentent en effet les CL50 les plus faibles par rapport aux ceux de *Quercus lusitania*, CL50 (24 h) = 256 mg/l dans les travaux de Bouallam Tifnouti au 2001.

L'extrait aqueux du bois de Thuya est également plus toxique pour les stades larvaires (L4) avec des CL50 allant de 530 mg.l⁻¹ pour *Cx. Pipiens* par rapport aux extraits des algues utilisés à notre étude (*spirogyra sp*).

Cependant bien que les concentrations létales CL 50 de nos extraits restent relativement inférieures à celles des extraits aqueux des galles de *Quercus lusitania* et de d'*Azadirachta indica* et des extraits de 5 plantes locales utilisées dans l'étude d'Aouinty.



Conclusion générale

Conclusion générale

La lutte contre les moustiques est une pratique vitale et essentielle pour la santé publique dans le monde entier et particulièrement dans les régions rurales où beaucoup de maladies transmissibles par les moustiques, sont en émergence. Dans les programmes actuels de lutte contre ces vecteurs; en raison de l'augmentation rapide de la résistance des espèces et de la préoccupation publique de la croissance de la pollution environnementale; l'utilisation des insecticides chimiques pour le contrôle de moustique n'est plus encouragée; plutôt l'utilisation d'autres alternatives efficaces (bio-insecticides) et qui est réglementée pour la protection de l'environnement.

Notre étude a été réalisée sur deux espèces des moustiques : *Culex hortensis* et *Anophèles sergenti sergenti*, qui sont des vecteurs majeurs et potentiels des maladies telles que la filariose et le paludisme. Dans le cadre d'une lutte biologique nous avons essayé de voir l'effet d'un type d'algue filamenteuse (*spirogyra sp*) dans la région de Laghouat.

Lors de cette étude, nous avons procédé à l'extraction des algues (*spirogyra sp*) et à la réalisation de leurs poudres, mais aussi nous avons utilisé ces algues à l'état frais. Pour les extraits algaux, les résultats obtenus montrent une activité larvicide moins efficace par rapport aux poudres. Mais pour les algues fraîches exposées à l'eau de leurs gîtes, on ne démontre aucun effet sur les culicidae. On ne peut pas déterminer l'efficacité larvicide importante de cette algue parce qu'on n'arrive pas à CL50 pour l'insuffisance des concentrations préparées. Pour cela il faut (aux prochaines études) préparer des C importantes pour arriver aux CL50.

Notre vision est celle d'un monde où la biodiversité est protégée où les impacts négatifs des insecticides sur l'environnement sont réduits au minimum par le remplacement d'utilisation de ces produits chimiques dangereux par des alternatives biologiques. Parmi eux nous avons pu déterminer que les extraits des algues possèdent une activité larvicide contre les culicidae mais l'utilisation des plantes médicinales dans la lutte contre ces espèces c'est mieux.

Il est important d'approfondir les recherches sur d'autres moyens biologiques qui ont des effets toxiques sur les insectes notamment sur les espèces à risque de transmission ou à l'origine d'une intense nuisance.



Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **Adisso, D et Alia, A.** (2005). Impact des fréquences de lavage sur l'efficacité et la durabilité des moustiquaires à longue durée d'action de types Olyset Net ® et Permanet ® dans les conditions de terrain. 79p.
- **Aissaoui, L.**(2013). Etude écophysiologique et systématique des Culicidae dans la région de Tébessa et lutte biologique. Université badji Mokhtar -Annaba-.
- **Alayat, M.**(2011). Bio-écologie, position taxonomique et compétence vectorielle du complexe *Culex pipiens* (Diptera ; Culicidae) responsable de la transmission du virus West Nile et du virus de la Fièvre de la Vallée du Rift en Algérie. diplôme de Magistère. Université Badji Mokhtar .Annaba.
- **Anonyme ,**(2012). Plan d'aménagements touristiques de site bakhdachcommunesidi.
- **Aouinty,B;Oufara, S ;Mellouki, F. & Mahari,S.** (2006). Evaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinuscommunis*) et du bois de Thuya (*Tehaclinisarticulata*) sur les larves de quatre moustiques Culicidés: *Culex pipiens*(Linné); *Aedescapius*(Pallas); *Culisetalongiareolata*(Aitken) et *Anopheles maculipennis*(Meigen). *Biotechnol. Agron. Environ.*
- **Ayitchedji,A.**(1990). Bio écologie d'Anophèles mêlas et de Anophèles *gambiaes.s.* Comportement des adultes vis-à-vis de la transmission du paludisme en zone côtière lagunaire, République du Bénin. Mémoire de fin de formation en TLM-DETS-CPU-UNB, Cotonou. 76p.
- **Becker,N., Petric, D., Zgomba, M., Boase, C, Dahl, C.,Lane, J. and Kaiser, A.** (2003). Mosquitoes and their control. Ed. Kluwer Academic, New York, 498 p.
- **Bendali, S.F.** (1989). Etude de *Culex pipiens*Anautogène. Systématique, Biologie, Lutte (*Bacillus thuringiensis*israeliensisserotype H14 ; *Bacillus sphaericus* (1593) et deux espèces d'hydracariens. Magister. Université d'Annaba. Algérie.
- **Berchi,S.** (2000). Bioécologie de *Culex pipiens*. (Diptera, culicidae) dans la région de Constantine et perspective de lutte. Thèse Doc. Es-science. Université de Constantine. Algérie
- **Boubidi,S-Ch .**(2008). (a) Notions de base en Entomologie, Unité d'Entomologie Médicale, Service d'Eco-Epidémiologie Parasitaire, Institut Pasteur d'Algérie, Entomologie du Paludisme Sidi Fredj 07-17 Juillet 2008.
- **Boubidi ,S-Ch.**(2008). (b) Morphologie et Bio-systématique des Culicidés, Unité d'Entomologie Médicale, Service d'Eco-Epidémiologie Parasitaire, Institut Pasteur d'Algérie, Entomologie du Paludisme Sidi Fredj 07-17 Juillet 2008, P49.

- **Boukraa , S .**(2009). Bio-systématique des moustiques (Diptera : Culicidae) dans et aux alentours des fermes d'élevage en Belgique .versite de liegegembloux agro bio-Tech .Belgique
- **Boulet ,A.** (2005). Lutte contre la pollution des eaux par les pesticides utilisés en zones non agricoles : analyse et synthèse des actions engagées et recommandations. Institut National Agronomique de Paris - Grignon,p5.
- **Burtin,P.**(2003).Nutritional value of seaweeds. Electronic Journal of Environmental Agricultural and Food Chemistry, pp498-503.
- **C.D.F.**(2012).conservation des forets Laghouat, 5p.
- **C.D.F.** (2008). Conservations des Forêts : Inventaire de principales espèces floristique et faunistique dans la wilaya de Laghouat
- **Cabioc'h,J ;Floc'h,J ;Toquin.**(2006).guide des algues des mers d'Europe .2ème ed.la Martinière groupe13.Paris.
- **Carnevale, P et Vincent, R.**(2009). Les anophèles Biologie, transmission du Plasmodium et lutte anti vectorielle. Institut de recherche pour le développement. IRD.Marseille
- **Clements, A.N.** (1999). The Biology of Mosquitoes: Sensory Reception and Behavior. CAB International Publishing, 576 p.
- **Collectif.** (1997). Biologie et écologie des espèces végétales proliférant en France. Synthèse bibliographique. In Les études de l'Agence de l'eau n°68, pp. 199 pp.
- **Cormaci, M. et Furnari , G.** (2005). Guida allealghedell'Area Marina Protetta'' Isole Ciclopi''.Area Marina Protetta Isole Ciclopi. P. 10.
- **Corolla, P. et Michel, K.** (2009). in Engelhardt W., 1998, la vie dans les étangs, les ruisseaux et les mares, ed. Vigot, 316p.
- **Coulibaly,F.** (2007). Contribution à l'étude épidémiologique de la transmission du paludisme dans le cercle de Ménaka en saison sèche froide. République du Mali, Un Peuple Ministère de l'éducation nationale université de Bamako, 103P.
- **D.P.S.B.** (2011). Direction de Programmation et Suivi du Budget : Monographie de la wilaya de Laghouat, 183 p.
- **D.S.A.,** (2011).schéma directeur de la wilaya .Laghouat .108P.
- **Dabbadie,L.**(1992) cultures intensives de micro algues sur lisier de porc : performances , contraintes, utilisation des biomasses. Ecole nationale supérieure agronomique.
- **Dajoz, R.**(2000). Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris : 615p.
- **Dajoz,R.**(2006).Précis d'écologie.8ème édition .Paris :DUNOD.631p de physique du globe de l'Algérie. Université d'Algérie. 220 p.
- **Dejean-Arrecgros , J. et Pierre , J.F.** (1977). Je découvre les algues marines et d'eaux douces. Edition André Leson. Pp 32-33.

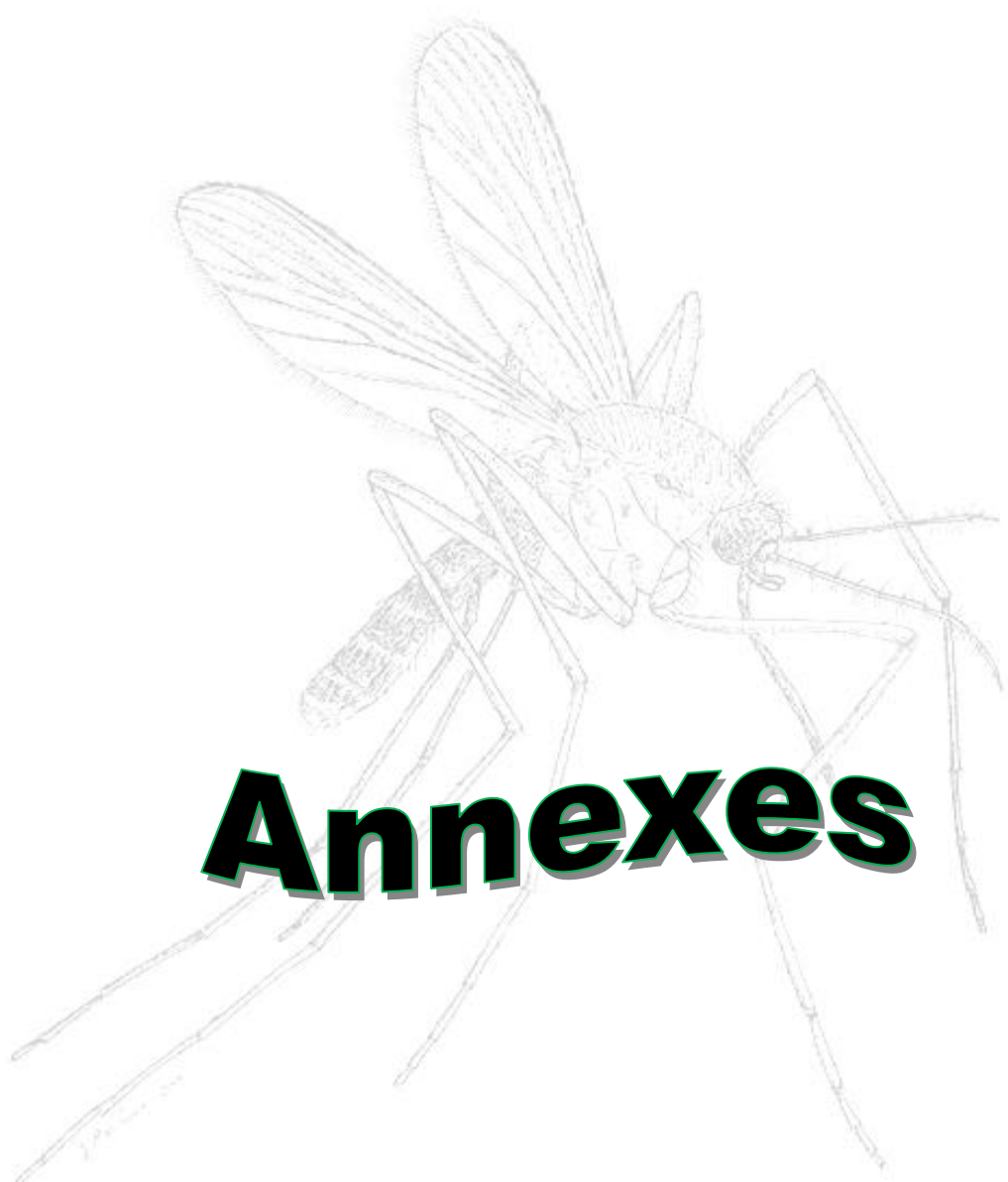
- **Dhargalkar, V et Pereira, N.** (2005). Seaweed: Promising plant of the millennium. Science and culture, 71: 60-66
- **Dhargalkat,V et Verlekar, X.** (2009). Southern ocean seaweeds: A resource for exploration in food and drugs. Aquaculture, 287: 229-242.
- **Djeddaoui,N&Zakhrouf ,K.**(2014) . Etude de la composition biochimique et du pouvoir antioxydant d'algue *Spirogyasp* .Université Amar telidji Laghouat.
- **Donadieu ,Y. et Basire ,J.**(1985). Les algues : thérapeutiques naturelles. Edition Maloine. Pp. 36-40.
- **Duan, X.J., Zhang, W.W., Li X.M. et Wang , B.G.** (2006). Evaluation of antioxidant property of extract and fractions obtained from a red alga, *Polysiphoniaurceolata*. Food Chemistry. P 95:37–43.
- **Faurie,C ;Ferra,CH ;Medori ,Petal.** (2003) .Ecologie approche scientifique et pratique.5ème édition .Paris : lavoisier .407p .
- **Feldman, N.** (1963). Les algues in Botanique (P. P. Grassé), Masson et Cie, Paris, p. 83-249.
- **Fillinger, U., Knols, B. G. and Becker, N.**(2003). Efficacy and efficiency of new *Bacillus thuringiensis*var*israelensis* and *Bacillus sphaericus* formulations against *Afrotricalanophelines* in Western Kenya. Trop Med Int Health 8(1): 37-47.
- **Ganesan, P., Kumar ,S. et Bhaskar, N.** (2008). Antioxidant properties of methanol extract andits solvent fractions obtained from selected Indian red seaweeds. Bioresource Technology.99:2717–2723.
- **Gayral,P.** (1975). Les algues: Morphologie cytologie reproduction écologie. Ed. Doin. Paris, P: 166.
- **Georghiou, G.P. et Lagunes-Tejeda, A.** (1992). The concurrence of resistance to pesticides in Arthropods. An Index of cases reported throught 1989. Food and Agriculture Organisation. Rome Sante, **37**: 277 - 286.
- **Giles, G.M.,** (1902) .A handbook of the Gnats or Mosquitoes, giving the anatomy and life history of the Culicidae. Ed. John Bale, Sons &Danielsson, London, 530 p.
- **Grasse, P.**(2000). Zoologie invertébrés. 6eme édition.
- **Guèye. Fall,A .** (2013). Techniques de capture et d'identification des moustiques (Diptera : Culicidae) vecteurs de la fièvre de la vallée du Rift .Service de Bio-écologie et Pathologies Parasitaires (BEPP).
- **Guillaumot, L.** (2006). Les moustiques et la dengue. Institut Pasteur de Nouvelle Calédonie. 15 p. Article. Site: Institut Pasteur.
- **Hade, A.,** (2002). Nos lacs – les connaître pour mieux les protéger. Éditions Fides, 360 p. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs –Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL)

- **Hortense**, (2011).les applications et la toxicité des algues marines, thèses de doctorat en pharmacie, université de limoges, France.
- **Hougard, JM., Duchon, S., Darriet, F., Zaim, M., Rogier, C., et Guillet, P.** (2003). Comparative performances, under laboratory conditions, of seven pyrethroidinsecticides used for impregnation of mosquito nets. Bulletin of the World Health Organisation, **81**:324-333.
- **Hubalek and Halouzka.** (1999). West Nile virus fever: a re-emerging mosquito-borne viral diseasein Europe. Emerging Infectious Diseases 39, 113-120.
- **Iltis, A.** (1974) . les algues 1974. UNESCO technicalpapers in marine science, no 18, 27 p.
- **Isenring,R.**(2010).Les pesticides et la perte de biodiversiteComment l’usage intensif des pesticides affecte la faune et la flore sauvageet la diversité des espèces.
- **Ismail, A. et Hong T.S.** (2002). Antioxidant Activity of Selected Commercial Seaweeds. Mal Nutr. 8 (2): 167-177.
- **Kwok, H. et Corlett, R.** (2001) .Seasonality of forest invertebrates in Hong Kong, South China. Journal of Journal of Tropical Ecology, 18 : 637 – 644pp.
- **Limnol ,A.**(1998). Efficacité des traitements chimique et biologique sur les Culicidae : effet létal du téméphos et taux de consommation par Gambusia affinis
- **Marfaing, H. et Lerat, Y.** (2007). Des ressources marines: Les algues ont-elles une place en nutrition. Phytothérapie, 2-5.Montpellier.
- **Matile , L.** (1993) .Diptères d’Europe occidentale. Ed. Boubée, Paris , T. I, 439 p.
- **Michel, C.** (2000). les algues les micro-algues.
- **Moreau,A.**(2002). documentaliste scientifique et technique - Centre de ressources documentaires. ESTRAN CITE DE LA MER DIEPPE .54 p.
- **Morin, A.**(2002). Note de cour: les Arthropodes. BiologieU. [HYPERLINK "http://www.uottawa.ca/bienvenue.html"](http://www.uottawa.ca/bienvenue.html)d'Ottawa.
- **Nabors ,M** .(2009) .biologie végétale structure, fonctionnement et biotechnologie nouveaux nabors.614 pages.
- **Naegelé , E. et Naegelé , A.** (1967). Les algues. Ed. Presses universitaire de France. Paris, P: 127.
- **Ndiaye,I.**(1995). Etude structurale, dégradation synthèse biomimétique de métabolites secondaires isolés d’organisation de la cote senegalaise proposition de nouveaux processus biogénétiques.,
- **O. M. S.** (2009) .World Malaria Report 2009. Ed. O.M.S., Genève, 66 p.
- **O. M. S.**(2010). Commémoration de la Journée mondiale de lutte contre le paludisme 2010. Actu flash report, OMS, n°05 : 1–3.

- **O.M.S.** (1974). Manuelle pratique de lutte antilarvaire:division du paludisme et autre maladie parastaire,OMS, Genève.7-17
- **O.M.S.**(1973). Lutte antivectorielle en santé internationale. Genève, p156.
- **O.M.S.**(2004). Organisation Mondiale de la Santé - Global Strategic Framework for Integrated Vector Management, Geneva, 2004.
- **O.M.S.**(1999). La lutte antivectorielle - Méthodes à usage individuel et communautaire - Sous la direction de Jan A. Rozendaal (OMS, 1999).
- **O.M.S.**(2003). Entomologie du paludisme et contrôle des vecteurs: Guide du stagiaire. Provisoire, OMS, Genève. 102 p.
- **O.M.S.**(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, p. 55–60.
- **O.N.M.**(2011).Bultin d'information climatique (office national de météologie)
- **OMS.**(2004)b. Questions fréquemment posées à propos de l'utilisation du DDT pour la lutte antivectorielle.
- **OMS.** (2006). Paludisme: lutte anti-vectorielle et protection personnelle.
- **OMS.** (2004)a.Lutte contre les vecteurs du paludisme.
- **Ourari , M.**(2013). poly copié de coures de botanique Tome I : les organismes a thalles faculteaculte des sciennes de la nature et de la vie
- **Ozenda, P.** (2000). Les végétaux : organisation et diversité biologique. Edition Dunod. Pp. 65-69.
- **Palmisano , CT., Taylor , V., Caillouet , K., Byrd , B. et WES-SON, DM.**(2005). Impact of West Nile virus outbreak upon St. Tammany Parish Mosquito Abatement District. J Am Mosq Control Assoc, 21, 33-38.
- **Person,J.**(2011).algues , filières du futur .Edition Adebiotech.Ed1 ,P4,59.
- **Philogene , B.J.R.**(1991). L'utilisation des produits naturels dans la lutte contre les insectes: problèmes et perspectives. La lutte anti-acridienne. Ed. AUPELF-UREF,JohnLibbeyEurotext, Paris (c) 1991, pp. 269-278.
- **Poinsignon, A.**(2008). Étude de la relation homme-vecteur. De l'identification à la validation de protéines salivaires comme marqueur immunologique d'exposition aux piqûres d'Anopheles sp. et de Glossina sp. Université montpellier .France.
- **Pouget,M.**(1980).Les relation sol-végétation dans la steppe sud algéroise. Paris ORSTOM.569p
- **Prescott,L ;John,H ;Donald,K.**(2003).Microbiologie.2ème ed.Paris.
- **Ramade,F.**(1984) .Eléments d'écologie – Ecologie fondamentale. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 397 p.

- **Ramade,F.** (2003) .Elément d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 690 p.
- **Repettor,R; Baliga,S.**(1996), Pesticides and the Immune System : the public health risks, World ressources institute, ISBN, 1-56973-087-3
- **Rioux ,J.** (1958) .Les Culicides du midi *Méditerranéen*. Ed. Le Chevalier, Paris, 303 p.
- **Rodhain, F., Perez , C.** (1985). Précis d'Entomologie Médicale et Vétérinaire. Maloine, s.a. 114 p.
- **Roland , J.-C. et B ,Vian.** (1985) . Atlas de Biologie Végétale, , Ed MASSON -
- **Saint-Maxent,T.** (2002). Jeu de fiches descriptives des espèces végétales exotiques et indigènes susceptibles de proliférer dans le bassin Artois-Picardie, Agence de l'Eau Artois-Picardie, 167p.
- **Sathya, R ; Kanaga, N ; Sankar, P; Jeeva, S.** (2013).Antioxidant properties of phlorotannins from brown seaweed *Cystoseira trinodis* (Forsskal) C. Agardh. In press.
- **Savage , H.M. et Miller, B.**(1995). House Mosquitoes of the U.S.A., *Culex pipiens* Complex. Wing Beats, 6, 8-9.
- **Schaffner,E ; Angel ,G ;Geoffroy ,B ; Hervy,J ;Rhaïem,A. et Brunhes , J.**(2001) .Les moustiques d'Europe. Logiciel d'identification et d'enseignement de I. R. D., Montpellier, ISBN 2-7099-1485-9.
- **Schaffner, F.**(2004). Les culicidés. Master "médecine tropicale et santé internationale". Universités Bordeaux et Montpellier II.
- **Sebaa, S.** (2013). Contribution à l'étude des parasites de Merionchawi (Duvernoy 1842) dans deux région de l'Atlas saharien, univ.Amar Theliji Laghouat,84p.
- **Seguy, E.,** (1923) .les moustiques de France. Ed. Paul Lechevalier, Paris, 225 p.
- **Seguy, E.** (1924). Les moustiques de l'Afrique mineure, de l'Egypte et de Syrie. Encyclopédie entomologique. Ed Paul Lechevalier, Paris, 257p.
- **Seltzer, P.** (1946). Le climat de l'Algérie. L'istitut de météorologie et de physique du Globe de l'Algérie. La typo. Lith. 220p.
- **Senevet, G. &Andarelli, L.** (1954). Le genre *Culex* en Afrique du Nord, III: Les adultes. *Arch.Inst. Pasteur. Algérie*
- **Senevet, G. &Andarelli, L.** (1963)a. Les moustiques de l'Afrique du Nord et du bassin méditerranéen III: Les *Aedes* 1ère partie : Généralités. *Arch. Inst. Pasteur. Algérie*,
- **Senevet, G. &Andarelli, L.** (1956). Les *Anophèles* et du bassin méditerranéen. *Encyl. Entomol., Le chevalier, Paris.*
- **Senvert, G.** (1935). Les *Anophèles* de la France et de ses colonies Enc. Ent, éd .P lachevalier Ed, 361 pp.
- **Serandour, J.**(2007) .Contribution à l'étude des moustiques anthropophiles de France : le cas particulier du genre *Coquillettidia*. Thèse de doctorat. L'université Joseph fourier.Grenoble I.

- **Smithburn, K. C; Hughes,T; Burke, A. and Paul,J.H.** (1940). A neurotropic virus isolated from the blood of a native of Uganda. *Am. J.Trop. Med.* 20, 471–492.
- **Sylvaine,R ;Jean -paul,V ;Christian,C et al.**(1996). guide pratique de détermination des algues macroscopiques d'eau douce et de quelques organismes hétérotrophes. Ministère de l'environnement.
- **Thumvijit, T., Inboot, W., Peerapornpisal, Y., Amornlerdpison, D and Wongpoomchai, R.** (2013). The antimutagenic and antioxidant properties of *Spirogyra neglecta* (Hassall) Kützing. *Journal of Medicinal Plants Research*. Vol. 7(34), pp. 2494-2500.
- **Wilkerson, R.** (2010) .Mosquito classification – 2010. In Walter Read Biosystematics Unit (W. R. B. U.), *Systematic Catalog of Culicidae*.

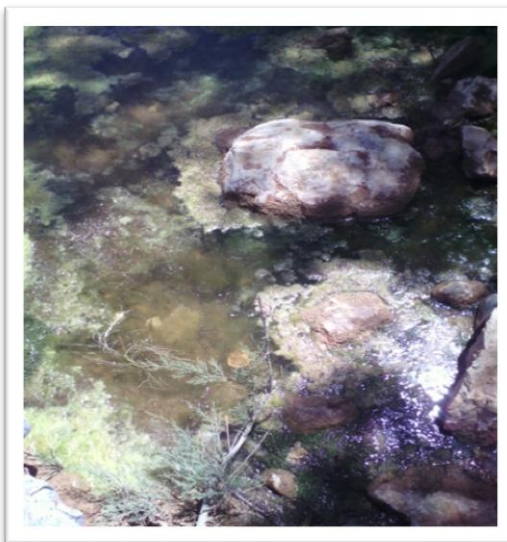


Annexes

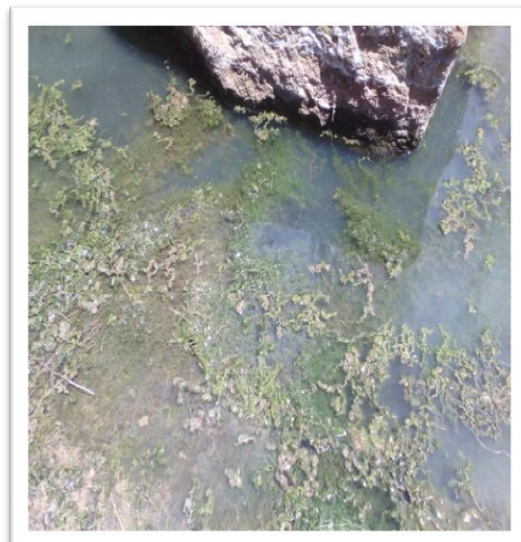
Les sites d'échantillonnage



Station de Lalmaya



Gite larvaire 1



Gite larvaire 2



Gite larvaire 03



Gite larvaire 04



Gite larvaire 5



La technique de dipping



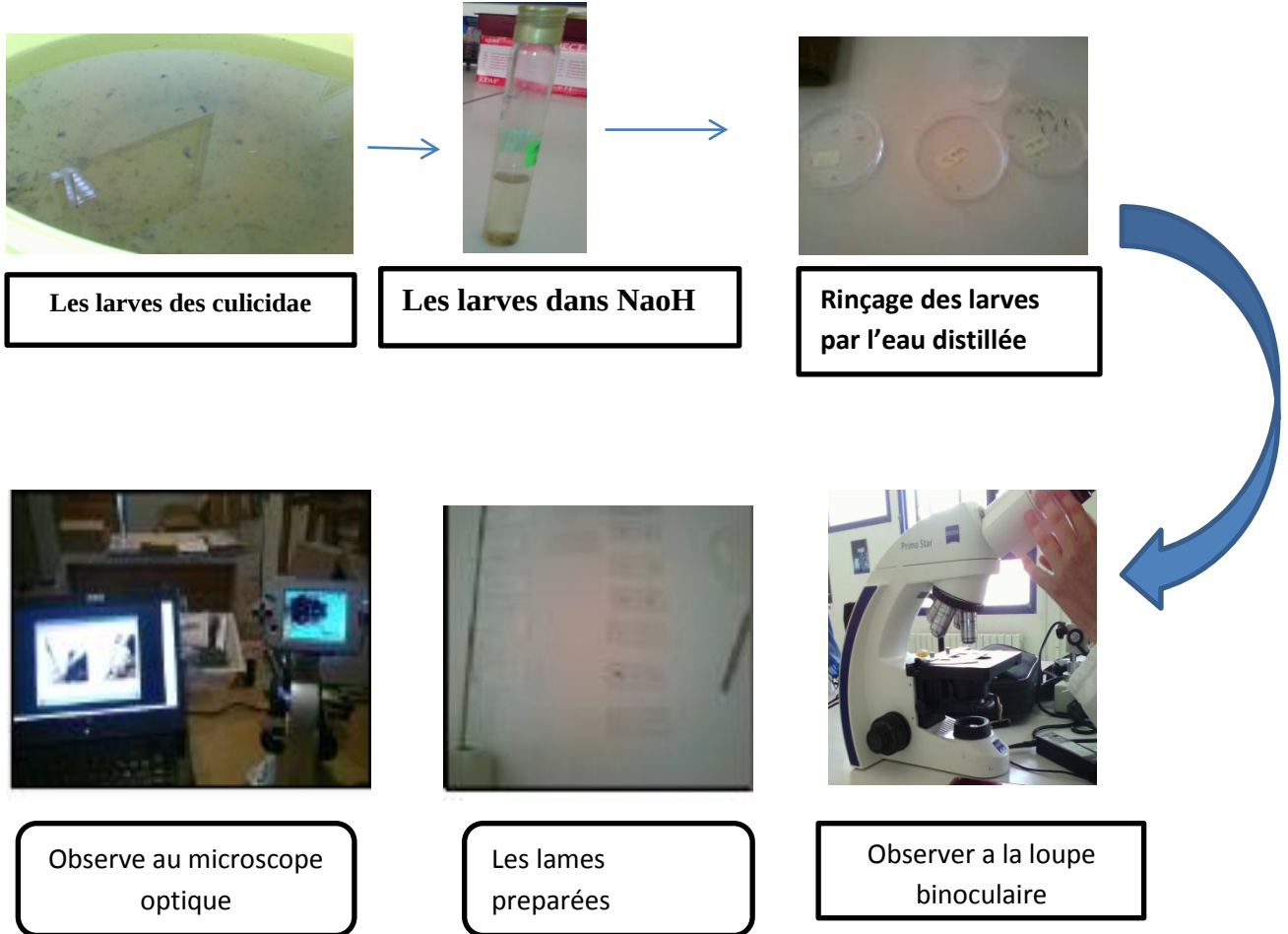
Gite larvaire 05



Gite larvaire 06

Annexe 02

Montage et identification des larves

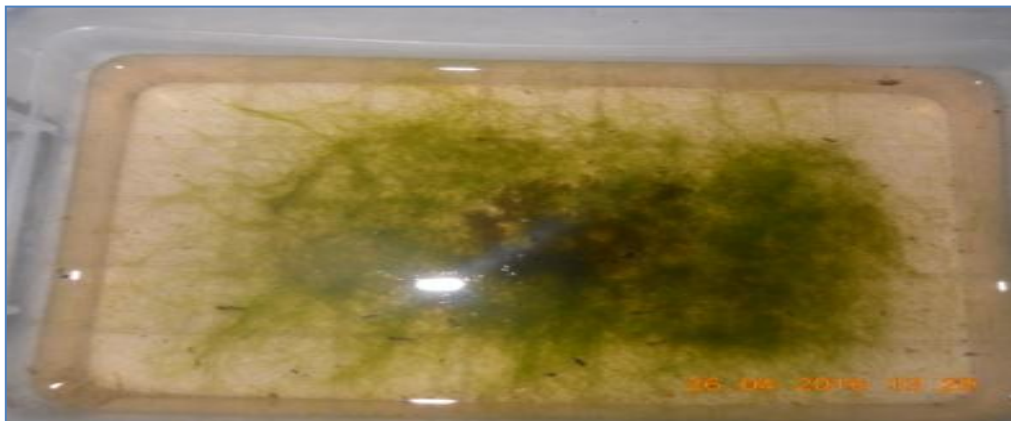


Cx.hortensis(original.2016)

Annexe 03

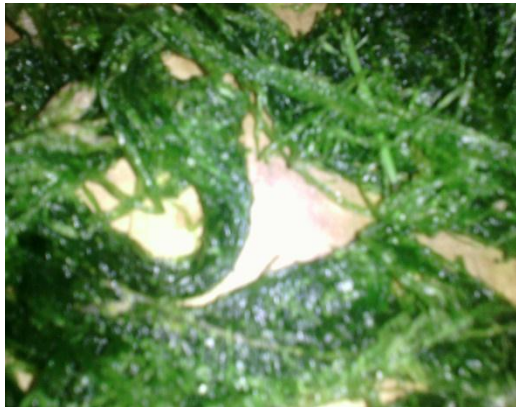


Algue de *Spirogyra sp*



Les larves mettent à l'algue fraîche

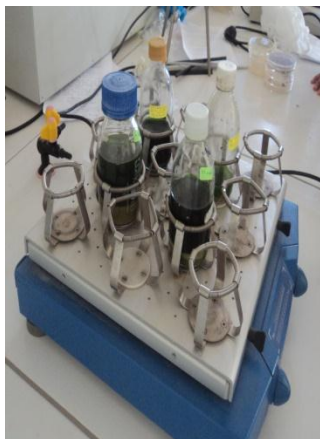
Protocole de préparation de l'extrait Algal



Les algues fraîches



Broyage d'une algue



Agitation



Macération



Pesée de la poudre



Filtration



Evaporation à sec

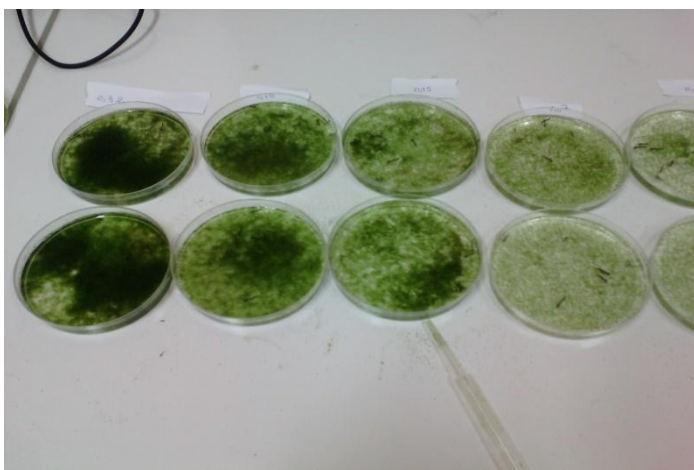


Résidus sec

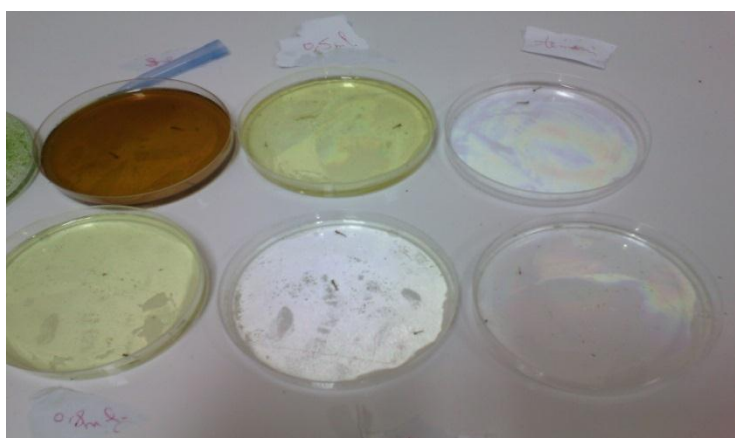
L'application de la lutte (poudre, extrait)



Les larves dans l'eau distillée



La lutte avec la poudre de *spirogyra* sp



La lutte avec l'extrait de *spirogyra* sp