



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



Université Larbi Tébessi-Tébessa
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie Appliquée

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie.

Filière : Sciences Biologiques.

Option : Biochimie Appliquée.

Thème :

Activité larvicide de l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* à l'égard d'une espèce de moustique, *Culex pipiens*.

HALFAYA Fatma

Elaboré par :

REZAIGUIA Samia

Devant le jury :

<i>Dr. BOUSSEKINE Samira</i>	<i>MCA</i>	<i>U. de Tébessa</i>	<i>Présidente</i>
<i>Dr. GHERISSI Billel</i>	<i>MAA</i>	<i>U. de Tébessa</i>	<i>Examineur</i>
<i>Dr. ZEGHIB Assia</i>	<i>MCA</i>	<i>U. de Tébessa</i>	<i>Promotrice</i>

Année universitaire : 2020/2021

Note :

Mention :



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



Université Larbi Tébessi-Tébessa

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie Appliquée

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie.

Filière : Sciences Biologiques.

Option : Biochimie Appliquée.

Thème :

Activité larvicide de l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* à l'égard d'une espèce de moustique, *Culex pipiens*.

Elaboré par :

HALFAYA Fatma

REZAIGUIA Samia

Devant le jury :

<i>Dr. BOUSSEKINE Samira</i>	<i>MCA</i>	<i>U. de Tébessa</i>	<i>Présidente</i>
<i>Dr. GHERJSSI Billel</i>	<i>MAA</i>	<i>U. de Tébessa</i>	<i>Examineur</i>
<i>Dr. ZEGHIB Assia</i>	<i>MCA</i>	<i>U. de Tébessa</i>	<i>Promotrice</i>

Année universitaire : 2020/2021

Note :

Mention :

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

إِنَّ اللَّهَ لَا يَسْتَحْيِي أَنْ يَضْرِبَ مَثَلًا مَّا بَعُوضَةً فَمَا فَوْقَهَا فَأَمَّا الَّذِينَ ءَامَنُوا

فَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ مِنْ رَبِّهِمْ وَأَمَّا الَّذِينَ كَفَرُوا فَيَقُولُونَ مَاذَا أَرَادَ اللَّهُ بِهَذَا مَثَلًا

يُضِلُّ بِهِ كَثِيرًا وَيَهْدِي بِهِ كَثِيرًا وَمَا يُضِلُّ بِهِ إِلَّا الْفَاسِقِينَ ﴿٢٦﴾ سورة البقرة

الآية 26



ملخص

يعتبر البعوض من العوامل الضارة وناقلات العديد من الأمراض التي تصيب الإنسان والحيوان. تعتمد السيطرة على هذه الحشرات الماصة للدم على استخدام المبيدات الحشرية الكيميائية التي تستهدف البالغين أو اليرقات. ومع ذلك، فإن ظاهرة التلوث ومقاومة أنواع مختلفة من المبيدات الحشرية الكيميائية تهدد الآن البيئة بشكل عام والبشر بشكل خاص. هذا هو السبب في أن المكافحة باستخدام مبيدات الحشرات الحيوية موصى بها بشدة. يُظهر البحث الحالي، من ناحية، تأثير مبيد اليرقات للزيت (الشيخ) العطري من *Artemisia herba-alba* على *Culex pipiens*، ومن ناحية أخرى، القدرة السامة للنبات نفسه على الحشرات الأخرى.

الكلمات المفتاحية: *Artemisia herba-alba*، زيت عطري، *Culex pipiens*.

Abstract

Mosquitoes are harmful agents and vectors of many human and animal diseases. The fight against these hematophage insects depends on the use of chemical insecticides targeting adults or larvae. However, phenomena of pollution and resistance to different classes of chemical insecticides, threaten today the environment in general and the man in particular. This is why the fight by bioinsecticides is very recommended. The present bibliographic research shows, on the one hand, the larvicidal effect of the essential oil of *Artemisia herba-alba* on *Culex pipiens* and, on the other hand, the toxic potential of the same plant on the other insects.

Key words: *Artemisia herba-alba*, essential oil, *Culex pipiens*.

Résumé

Les moustiques sont des agents nuisant et des vecteurs de nombreuses maladies humaines et animales. La lutte contre ces insectes hématophages dépend de l'utilisation d'insecticides chimiques ciblant les adultes ou les larves. Cependant, des phénomènes de pollution et de résistance à différentes classes d'insecticides chimiques, menacent aujourd'hui l'environnement en général et l'Homme en particulier. C'est pourquoi la lutte par les bioinsecticides est très recommandée. La présente recherche bibliographique montre, d'une part, l'effet larvicide de l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* sur *Culex pipiens* et, d'autre part, le potentiel toxique de la même plante sur d'autres insectes.

Mots Clés : *Artemisia herba-alba*, huile essentielle, *Culex pipiens*.



Dédicaces

dédie ce modeste travail

À

Mon père Abd el hafid et ma mère Aïcha qui consacrent leurs vies pour

Moi.

À

mes frères et mes sœurs Mouhmed, Lakhder, Ramzi, Yasser, wassila

Nadia, Laila, wafa

À

Mon mari Nadhir

À

mes chères amies : Sara , Hayatte, Hadjer, Gamra, Souad

À

Tous les étudiants de biochimie appliquée.

À

Tous Ceux Que J'aime

" HALFAYA fatma"





Dédicaces

Tout d'abord, je tiens à remercier Dieu Tout-Puissant pour tout dans ma vie. Je dédie ce travail à la mémoire de mon père décédé et à ma chère mère que Dieu prolonge sa vie. Je remercie mes sœurs Samra, et en particulier Najwa et son mari Izz al-Din Farhi, mon frère Hamza, et surtout Nour al-Din, d'être à mes côtés, et enfin ma chère sœur, mon âme sœur Ibtissam, qui est toujours proche de moi . .

Samia





Remerciements

Tout d'abord nous remercions « ALLAH », le tout puissant, de nous avoir donné la volonté et le courage de pouvoir terminer ce modeste travail.

Nous exprimons nos profonds remerciements et nos vives reconnaissances à

*notre promotrice **Dr. ZEGHIB Assia**, pour avoir encadré et dirigé ce travail, pour ses conseils et ses encouragements.*

*Nos plus hautes considérations et nos sincères reconnaissances vont au **Dr. BOUSSEKINE Samira** pour avoir accepté de présider et de juger notre travail ainsi qu'au **Dr. GHERISSI Billel** pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Merci pour tous les enseignants, surtout **Dr .BOUGUERRA Nadia**, de notre département de Biologie Appliquée.*

Merci pour tous les gens qui nous ont aidés de près ou de loin pour réaliser ce travail.



Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Les genres représentés en Algérie	07
02	La femelle de <i>Cx. pipiens</i> lors d'un repas de sang	10
03	Nacelle d'œufs de <i>Culex pipiens</i>	13
04	Morphologie générale d'une larve du IVe stade de <i>Culex pipiens</i>	14
05	Aspect morphologique de la tête d'une larve de <i>Culex pipiens</i>	14
06	Chetotaxie de la face dorsale du thorax et de l'abdomen des larves	15
07	Tube digestif d'une larve de moustique au dernier stade larvaire organisation générale	16
08	Coupe frontale d'une L4 : situation des différents types cellulaires du mesenteron	16
09	Morphologie générale d'une nymphe de <i>Culex pipiens</i>	17
10	Morphologie générale d'un moustique adulte	18
11	A gauche, tête de <i>Culex</i> mâle et femelle, A droite, tête de <i>Culex</i> mâle	18
12	Morphologie schématique de la tête de <i>Culex pipiens</i>	19
13	Morphologie schématique et emplacement des soies du thorax en vue latérale	20
14	Différentes parties d'une patte de <i>Culex pipiens</i>	20
15	Morphologie des ailes de <i>Culex pipiens</i>	21
16	Morphologie de l'abdomen de <i>Culex pipiens</i>	21
17	Morphologie schématique de l'appareil génital femelle	22
18	Cycle de développement des moustiques	25
19	Moustique	26
20	<i>Artemisia herba-alba</i>	33
21	L'Armoise, <i>Artemisia herba-alba</i>	34
22	Partie souterrained' <i>Artemisia herba-alba</i>	35
23	Augmentation du nombre d'espèces résistantes aux insecticides au cours du temps (Denholm et al., 2002)	48

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
I	Liste des <i>Culicidae</i> de la région de Tébessa (Nord-Est algérien)	08
II	Principales différences biologiques de trois genres des moustiques: <i>Anopheles</i> , <i>Aedes</i> et <i>Culex</i>	09
III	Systématique d' <i>Artemisia herba-alba</i>	37

ABREVIATIONS ET SYMBOLES

Abréviations et symboles

1. *Cx. pipiens* : *Culex pipiens*
2. mm : millimètre
3. cm : centimètre
4. *Culex pipiens* L : *Culex pipiens* Linné
5. + : plus
6. An : ans
7. % : pourcentage
8. mg : milligramme
9. kg : kilogramme
10. UF : unités Fourragères
11. mg : milligramme
12. g : gramme
13. kg : kilogramme
14. *A. herba-alba* : *Artemisia herba-alba*
15. l : litre
16. μ L : microlitre
17. mL : millilitre
18. nm : nanomètre
19. μ g : microgramme
20. °C : Une unité de mesure de température
21. min : minute
22. μ g : microgramme
23. \pm : plus ou moins

TABLE DES MATIERES

المخلص Abstract Résumé Dédicaces Remerciements Abréviations et symboles Liste des tableaux Liste des figures Table des matières	
INTRODUCTION	02
Chapitre I: <i>Culex pipiens</i>	05
I- Les <i>Culicidaes</i>	06
I-1- Généralités	06
I-2-Différences entre les principaux genres de moustiques	08
II-Présentation de <i>Culex pipiens</i>	09
II-1-Définition	09
II-2-Caractéristiques de <i>Culex pipiens</i>	10
II-3-Habitat et nutrition	11
II-4-Position systématique	12
II-5- Morphologie des différents stades	13
II-5-1- Œufs	13
II-5-2- Larve	13
II-5-3- Nymphe	17
II-5-4- Adulte	18
II-5-4-1– Tête	18
II-5-4-2– Thorax	19

TABLE DES MATIERES

II-5-4-3– Pattes	20
II-5-4-4– Ailes	21
II-5-4-5– Abdomen	21
II-5-4-6- Génitalia mâles	22
II-5-4-7- Génitalia femelles	22
II-6-1- Facteurs de développement	23
II-6-2- Cycle de développement du moustique	23
III-Bio-écologie de <i>Culex pipiens</i>	25
III-1- Accouplement	25
III-2- Ponte	26
III-3- Développement larvaire	26
III-4- Recherche des hôtes	26
VI- Principales nuisances causées par <i>Culex pipiens</i>	27
VI-1- Piqûres	27
VI-2-Transmission de maladies	27
V- Contrôle des moustiques	27
V-1- Lutte physique (mécanique)	27
V-2- Lutte chimique	28
V-3- Lutte génétique	28
V-4- Lutte biologique	28
V-5- Lutte microbiologique	28
V-6- Lutte par les plantes médicinales	29
VI- Mécanismes de résistance aux insecticides	29
VI-1- Résistance comportementale	30

TABLE DES MATIERES

VI-2- Résistance biochimique	30
VI-3- Résistance métabolique	30
Chapitre II : <i>Artemisia herba-alba</i> (Huile essentielle)	31
I-Généralités	32
II-Famille des Asteraceae	32
III-Présentation de l'espèce <i>herba – alba</i>	32
IV- Description botanique	33
IV-1-Partie aérienne	34
IV-2-Partie souterraine ou racinaire	35
IV-3- Caractère botanique	35
V-Origine	36
VI-Répartition géographique	36
VII- Systématique de la plante	37
VIII- Ecologie de la plante	38
VIII- Usage de la plante	38
VIII-1-Usage phyto-thérapeutique	38
VIII-2-Usage alimentaire	39
X- Composition chimique	39
X-1- Composés poly phénoliques et flavonoïdes	39
X-2- Sesquiterpènes lactones	40
XI-Généralités sur les huiles essentielles	40
XI-1- Définition	40
XI-2- Historique	41
XI-3- Rôle écologique des huiles essentielles	41

TABLE DES MATIERES

XI-4- Méthodes d'extraction	41
XI-5- Caractéristiques des huiles essentielles	42
XI-6- Propriétés physiques et chimiques des huiles essentielles	42
XI-7-Activités biologiques et pharmacologiques	43
XI-7-1-Activité antioxydante	43
XI-7-2-Activité hypoglycémiant	43
XI-7-3-Activité antifongique	43
XI-7-4-Activité antibactérienne	44
XI-7-5-Activité insecticide	44
Chapitre III : Activité larvicide de l'huile essentielle d'<i>Artemisia herba-alba</i> à l'égard de <i>Culex pipiens</i> et d'autres insectes	45
I- Insecticides	46
II-Effets néfastes des insecticides	46
III-Effet de la plante <i>Artemisia herba-alba</i> sur <i>Culex pipiens</i>	48
III-1-Effet de l'huile essentielle d' <i>Artemisia herba-alba</i> sur les métabolites des larves L4 de <i>Culex pipiens</i>	48
III-2-Etude de la toxicité des extraits aqueux d' <i>Artemisia herba-alba</i> sur les larves L4 de <i>Culex pipiens</i>	49
III -2-1 Toxicité de l'extrait d' <i>Artemisia herba-alba</i> sur les larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h, 48h et 72h d'exposition	49
III-2-2- Régression linéaire d' <i>Artemisia herba-alba</i> de 24h, 48h et 72 heures	50
III-2-3- Etude comparative des doses utilisées d' <i>Artemisia herba -alba</i> sur les larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h, 48h et 72h d'exposition	50
III-2-4- Etude des paramètres toxicologiques d' <i>Artemisia herba-alba</i> pendant 24h, 48h et 72 h d'exposition	50
III-3- Effet larvicide de l'huile essentielle d' <i>Artemisia herba -alba</i> à l'égard de <i>Culex pipiens</i> : Aspect toxicologique	51

TABLE DES MATIERES

IV- Effet de la plante <i>Artemisia herba alba</i> sur d'autres insectes	51
IV-1- Effet de l'huile essentielle d' <i>Artemisia herba-alba</i> sur la mortalité de <i>Meloidogyneincognita</i>	51
IV-2- Effet de l'huile essentielle <i>Artemisia herba-alba</i> sur la mortalité des adultes d' <i>Ephestiakuehniella</i>	52
IV-3- Effet de l'huile essentielle <i>Artemisia herba-alba</i> sur la reproduction des adultes d' <i>Ephestiakuehniella</i>	52
IV -3-1-Effet de l'huile essentielle <i>Artemisia herba-alba</i> sur la période de développement nymphal	52
IV-3-2- Effet de l'huile essentielle <i>Artemisia herba-alba</i> sur la période de préoviposition	53
IV-3-3- Effet de l'huile essentielle <i>Artemisia herba-alba</i> sur la période d'oviposition	53
CONCLUSION	54
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	56

Introduction

Introduction

Depuis 170 millions d'années les diptères (les mouches et les moustiques) forment un groupe d'insectes le plus écologiquement diversifié, la famille des *Culicidae* est la plus importante (**Boudemaghet al., 2013 ; Poupardine, 2011**). Selon le plus récent classement, la famille des *Culicidae* comprend 2 sous familles ,11 tribus, 111 genres et 3528 espèces de la faune du monde (**SadallahetBelkhaoui, 2016**). En Algérie, *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata* sont considérés parmi les espèces les plus abondantes (**Aissaoui et Boudjelid, 2014**).

Le complexe *Culex pipiens* est un groupe de moustiques présent en Afrique. Les moustiques appartenant à ce groupe sont des vecteurs importants de plusieurs agents pathogènes responsables des maladies infectieuses, parfois mortelles, affectant l'Homme et/ou l'animal, tel est le cas du virus West Nile, le paludisme, l'encéphalite japonaise et la fièvre jaune (**Aouati, 2016**). La faune Culicidienne d'Algérie a fait l'objet d'un grand nombre de travaux qui s'intéressent plus particulièrement à la systématique, la biochimie, la morphométrie, la lutte chimique et biologique à l'égard des moustiques (**Bouderhem ,2015**).

Dans les campagnes de lutte anti moustique, les insecticides de synthèse constituent les seuls moyens de lutte. Ces préparations très efficaces contre les moustiques, sont très toxiques et leurs effets collatéraux sur les écosystèmes naturels restent inestimables vu leur large spectre d'action, souvent sur des organismes non cibles. S'ajoute aussi à ces à inconvénients, le problème de développement de résistance aux insecticides chimiques, chez les insectes traités (**Kemassi et al., 2015**). Les larvicides synthétiques perturbent également les systèmes de contrôle biologique naturel qui aboutissent parfois à un développement généralisé de la résistance. Ce phénomène a déclenché et encouragé le développement de techniques alternatives utilisant des produits naturels (**El-Bokl, 2016**).

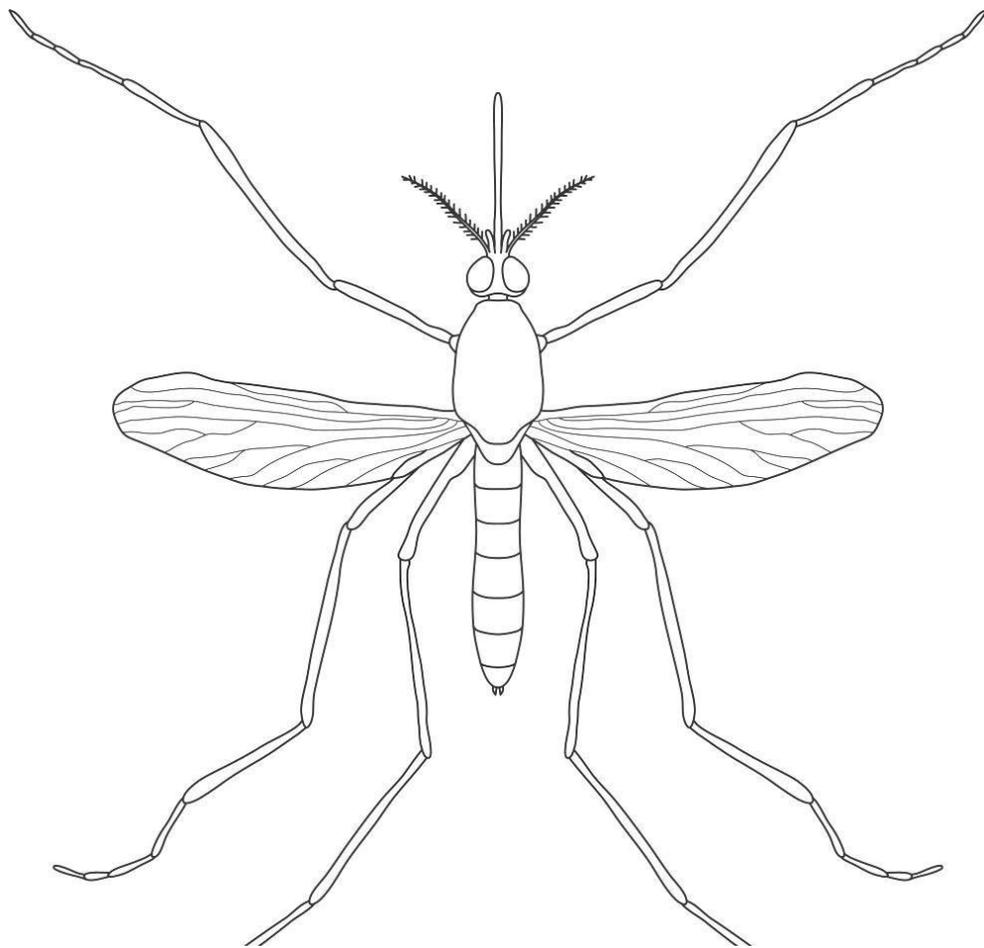
Pour lutter contre les insectes nuisibles, les possibilités d'utiliser les substances secondaires des plantes contre ces insectes , a suscité beaucoup de travaux (**Kemassi et al.,2015**). Des études ethnobotaniques et en laboratoire ont révélé l'existence de plantes insecticides appartenant à différentes familles. Des extraits de solvants bruts de parties de plantes, d'huiles essentielles ou de leurs fractions chromatographiques présentent différents niveaux de bioactivité contre différents stades de développement des moustiques. Ces derniers temps, les produits chimiques dérivés des plantes ont été projetés comme la clé du contrôle

durable des moustiques en raison du fait qu'ils sont écologiquement sûrs. Plus encore, les bioproduits à base de plantes sont hautement dégradables et non toxiques pour les humains (Awosolu*et al.*, 2018).

Ce travail consiste en une recherche bibliographique sur l'activité larvicide de l'huile essentielle d'*Artemisia herba -alba* à l'égard de *Culex pipiens*. Nous présentons trois chapitres dont les premiers et deuxième portent sur, respectivement, *Culex pipiens* et *Artemisia herba-alba* (Huile essentielle). Le troisième chapitre présente l'activité larvicide de l'huile essentielle d'*Artemisia herba-4* à l'égard de *Culex pipiens* et d'autres insectes.

APERÇU
BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Culex pipiens



Les Culicidae**I-1- Généralités**

Les Culicidés ou moustiques sont des antennates appartenant à la classe des Insectes de l'embranchement des arthropodes. Ils possèdent trois paires d'appendices locomoteurs. Ils appartiennent à l'ordre des Diptères, qui comme leur nom l'indique regroupe des insectes qui ne possèdent qu'une paire d'aile mésothoracique; ces ailes sont transformées en haltères (ou balanciers). La famille des Culicidae comprend environ 3.000 espèces (**KNIGHT et STONE, 1977 in Berchi, 2000**) et se divisent en trois sous-familles : les Toxorhynchitinae, les Anophelinae et les Culicinae.

En Algérie seule les deux sous-familles Culicinae et Anophelinae sont représentées avec six genres (**Berchi, 2000**) ; Anopheles, Culex, Culiseta, Aedes, Orthopodomyia et Uranotaenia. Les Toxorhynchitinae ne sont pas représentés. Ce sont des insectes à métamorphose complète (Holométaboles), de sorte que les trois stades de développement (larve, nymphe et adulte) ont des morphologies différentes, adaptées à leurs modes de vie : aquatique pour les stades pré-imaginaux (stades non adultes), et aérien pour le stade imaginal (Adulte) (**Berrah et Ahcene, 2016**).

Règne Animal

Sous. Règne : Métazoaires

Embranchement : Arthropodes

Sous. Embranchement : Antennates

Classe : Insectes

Sous. Classe : Ptérygotes

Ordre : Diptères (Linné, 1758)

Sous. Ordre : Nématocères (Latreille, 1825)

Infra. Ordre : Culicomorpha (Wood et Borkent, 1989)

Super. Famille : Culicoidea (Wood et Borkent, 1989)

Famille : Culicidae (Latreille, 1907).

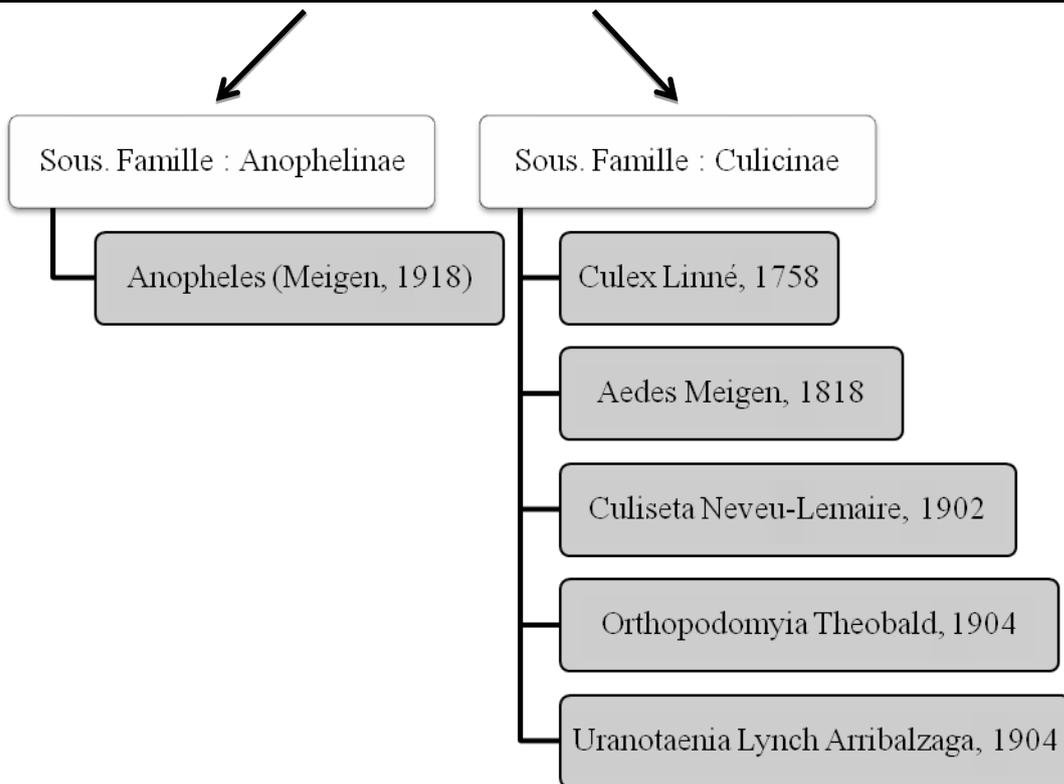


Figure 01 : Les genres représentés en Algérie (**Berchi ,2000**).

Les *Culicidaes* sont caractérisées par des ailes recouvertes d’écailles. Les adultes sont pourvus d’une trompe, d’une taille égale à celle de la tête et du thorax combinés ;leurs antennes sont longues et fines. Les moustiques occupent une place importante dans la faune terrestre, d’une part, comme dans la faune aquatique, d’autre part (**in Maifi et Sakher, 2018**).

La lutte contre les maladies transmissent par leurs piqures, font de cette famille un matériel d’étude important pour les biologistes (**in Maifi et Sakher, 2018**).

La plupart des moustiques se déplacent peu (quelques centaines de mètres), alors que certains sont très mobiles (jusqu’à plusieurs dizaines de kilomètres). Enfin, certaines espèces ne produisent qu’une génération annuelle, alors que d’autres sont beaucoup plus prolifiques (plus de dix générations par an) (**Muriel, 2005**).

Les *Culicidaes*, c’est la famille des insectes à laquelle appartient l’espèce de *Culex pipiens* (**in Maifi et Sakher, 2018**).

Tableaux I:Liste des Culicidae de la région de Tébessa (Nord-Est algérien) (H. Bouabida et al, 2012).

Famille :	Culicidae
Sous famille :	Culicinae
Genre :	<i>Culex</i> Linné 1758
	<i>Culex (Culex) pipiens</i> Linné 1758
	<i>Culex (Culex) theileri</i> Theobald 190
	<i>Culex (Culex) laticinctus</i> Edwards
	<i>Culex (Neoculex) hortensis</i> Ficalbi 18
Espèces :	<i>Culex (Culex) perexiguus</i> Theobald 1901
Genre :	<i>Culiseta</i>
	<i>Culiseta(Allotheobaldia) longiareolata</i> Macquart 1838
	<i>Culiseta (Theobaldia) annulata</i> Schrank 177
Espèces:	<i>Culiseta (Theobaldia) subochrea</i> Edwards 1921
Genre:	<i>Ochlerotatus</i>
Espèces :	<i>Ochlerotatuscaspius</i> Pallas 1771

I-2-Différences entre les principaux genres de moustiques

L'activité des moustiques femelles varie selon le genre, ce qui implique une LAV Adaptée. Ainsi, les moustiques du genre *Aedes*, pouvant transmettre les virus de la dengue et du chikungunya, piquent habituellement le jour (dits diurnes). Pour se protéger de ces moustiques, il est donc recommandé d'utiliser des vêtements couvrants imprégnés d'insecticides et des répulsifs cutanés toute la journée. À l'opposé, les moustiques des genres *Culex* et *Anopheles*, potentiellement vecteurs des virus West Nile ou à encéphalite et des *Plasmodium* (paludisme), piquent préférentiellement entre le coucher et le lever du soleil (dits nocturnes). La protection contre leur piqûre doit donc être maximale la nuit avec l'usage de répulsifs cutanés et surtout de moustiquaires imprégnées (**Maurille, 2005**). Le tableau 2 compare les caractéristiques biologiques des trois principaux genres de moustiques. Selon les genres de moustiques, l'activité hématophage est également variable en termes de mode de piqûre et d'aspect de la piqûre. Par ailleurs, des paramètres tels que l'habitat préférentiel participent aux critères de choix des stratégies de LAV (**Goislard, 2012**)

Tableau II : Principales différences biologiques de trois genre des moustiques:

Differences	<i>Anopheles</i>	<i>Aedes</i>	<i>Culex</i>
Habitat préférentiel	Préférentiellement Rural mais également Péri-urbain ou urbain En afrique	Variable selon les espèces ;mais parfois Strictement urbain	
Horaire des piquer	Nocturne (mais Espèces Crépusculaires en Amerique du sud)	Diurne	Nocturne
Mode de piquer	En une fois	Harcèle son hôte Jusqu'à avoir pris Un repas complet	Ordinairement en Une fois
Types de vol	Slencieux	Bruyant	
Aspect de la piquère	Non douloureuse, peu Signes inflammatoies	Sensible avec signes inflammatoires plus ou Moins importants	

Anopheles, Aedeset Culex (SMV et SFP, 2010)

II-Présentation de *Culex pipiens*

II-1-Définition

Cx pipiens est le moustique le plus fréquent dans le monde. C'est un moustique ubiquistecapable de s'adapter à différents biotopes ; il se développe aussi bien dans les milieux urbainsque ruraux, dans les eaux polluées que propres. Dans plusieurs régions, il est actif pendanttoute l'année et atteint son maximum de développement pendant les saisons chaudes. Sespréférences trophiques sont très variables car il est plutôt *ornithophile*, mais il s'attaquevolontiers aux humains et aux mammifères lorsqu'ils cohabitent (**Savage & Miller, 1995**) ; ilest nommé aussi le maringouin domestique, il existe divers sous-espèces de ce moustique. Safemelle pique l'homme ou les espèces d'animaux à sang chaud pour faire le repas de sang quiest nécessaire pour la production de ses oeufs. Pour la lutte contre ce

moustique on utilise plusieurs moyens de lutte biologique concernant la protection ou la réintroduction de prédateurs, ou bien par l'utilisation des insecticides (**Rioux, 1958**).



Figure 02: La femelle de *Cx. pipiens* lors d'un repas de sang (**Tabti , 2017**).

II-2- Caractéristiques de *Culex pipiens*

Actuellement, les caractères morphologiques principaux du *Culex pipiens* sont :

1- Caractéristiques des larves

1. Les larves ont des antennes allongées;
2. Le siphon respiratoire est long (**Bouderhem, 2015**).

2- Caractéristiques des œufs

1. Groupés "en nacelles" à la surface de l'eau;
2. 200 à 400 œufs par nacelle.

3- Caractéristiques des adultes

1. Espèce domestique nocturne;
2. Position de repos parallèle au support;
3. La forme des bras dorsaux et ventraux et la plaque latérale distinguent facilement les mâles (**Harbach, 2012**);
4. Des ailes recouvertes d'écailles;

5. La trompe est d'une taille égale à celle de la tête et du thorax combinés (**Rioux, 1958**);
6. Les palpes allongés chez le male (plus longs que la trompe) et légèrement recourbés vers le haut;
7. Les palpes plus courts que la trompe chez la femelle (environ un quart de sa taille);
8. 1ère ponte sans repas de sang mais piqûre indispensable pour la 2ème.

II-3-Habitat et nutrition

Culex pipiens est présente dans toutes les régions zoo-géographiques, et est capable de se développer dans toutes les régions du globe, excepté celles où il règne un froid trop important comme l'Antarctique. Il va des tropiques aux régions tempérées fraîches (**Hatemet al., 2018**). La capacité de *Culex pipiens* à s'adapter à tous les biotopes lui permet d'être vecteur de plusieurs agents pathogènes responsables de maladies infectieuses (**Aouati, 2016**). Leur développement sera favorisé lors de fortes températures, associées à des taux d'humidité élevés ; la période de l'année correspondante est l'été, mais aussi l'automne dans une plus faible mesure (**Resseguier, 2011**).

Durant les premiers jours de leur existence, les adultes mâles et femelles sont au repos dans des lieux abrités. Leur premier repas, pris au crépuscule, est composé de nectar. Il permet, entre autres, la maturation des organes génitaux ainsi que la constitution de réserves énergétiques pour le vol. Après la reproduction, les femelles prendront un repas sanguin nécessaire à l'élaboration des oeufs. Cependant, les femelles de *Culex pipiens* peuvent produire une première ponte sans repas : elles sont dites autogènes. Elles utilisent les réserves accumulées par la larve (**Kettle, 1995**).

La femelle de *Culex pipiens* est zoophile, c'est-à-dire qu'elle prend ses repas sanguins préférentiellement sur les animaux. Elle repère son hôte par les mouvements, les formes et les couleurs de celui-ci (sombre en particulier), puis par l'odeur de substances chimiques, comme le gaz carbonique, qu'il dégage en respirant. Certaines odeurs, telle que la transpiration, poussent la femelle à piquer. En outre, les moustiques sont sensibles aux radiations infrarouges, qui les guident vers les animaux à sang chaud (**Andreo, 2003**). La piqure se fait par introduction des six stylets. Les stylets pénètrent directement dans un capillaire, dans lequel la salive est injectée à plusieurs reprises au cours du repas. Cette salive contient une substance inhibant l'hémostase ainsi que l'agrégation plaquettaire. Elle constitue également,

le cas échéant, le support à la transmission vectorielle (Protozoaires, virus). En 20 minutes maximum, la femelle peut ingérer jusqu'à quatre fois son poids en sang (**Bussieras et Chermette, 1991**).

II-4-Position systématique

La position systématique prise en considération actuellement est celle émise par Linnée 1758 qui classe *Culex* comme suit:

Règne	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Sous embranchement	Hexapoda
Classe	Insecta
Sous classe	Pterygota
Ordre	Diptera
Sous ordre	Nematocera
Famille	Culicidae
Genre	<i>Culex</i>
Espèce	<i>Culex pipien L1758</i>

II-5- Morphologie des différents stades

II-5-1- Œufs

Quelques jours après la fécondation, suivant les espèces, les oeufs sont pondus par la femelle dans différents milieux. La ponte est perpendiculairement à la surface de l'eau, en nacelle (amas groupés) (**Benkalfate, 1991**), et souvent de l'ordre de 100 à 400 oeufs 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 oeuf est d'environ 0,5 mm, blanchâtres au moment de la ponte, les oeufs s'assombrissent dans les heures qui suivent (Roth, 1980 ; Resseguier, 2011). L'oeuf comprend de l'intérieur vers l'extérieur ; l'embryon, la membrane vitelline pellucide, un endo-chorion épais et un exo-chorion plus ou moins pigmenté et ornementé, (Rodhain et Perez, 1985). (fig. 3)



Figure 3. Nacelle d'oeufs de *Culex pipiens* (Berchi, 2000)

II-5-2-Larve

Elle est disposée obliquement par rapport à la surface de l'eau et se déplace par mouvements saccadés (Balenghien, 2006). Son régime saprophyte est constitué de plancton et de particules organiques ingérés grâce à ses pièces buccales de type broyeur. Elle respire par un siphon. La larve évolue ainsi selon quatre stades pendant 8 à 12 jours, avant d'atteindre le stade nymphal.

Les larves des moustiques sont abondantes en été, dans les ruisseaux au cours très lent, dans l'eau des fossés, dans les mares. On les reconnaît à l'œil nu ; elles sont vermiformes et se déplacent dans l'eau par des mouvements saccadés dus à de brusques contractions de leur corps. Ces larves mangent sans arrêt des algues et des organiques microscopiques. Au microscope on distingue nettement une tête, un thorax et un abdomen (Resseguier, 2011).

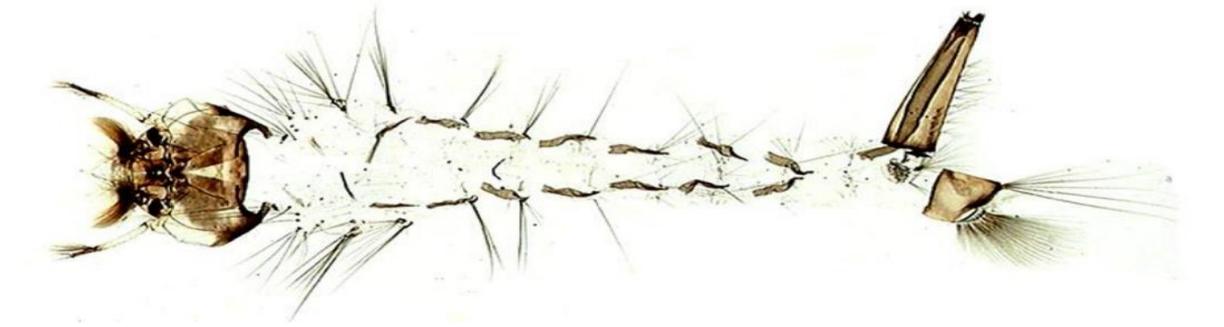
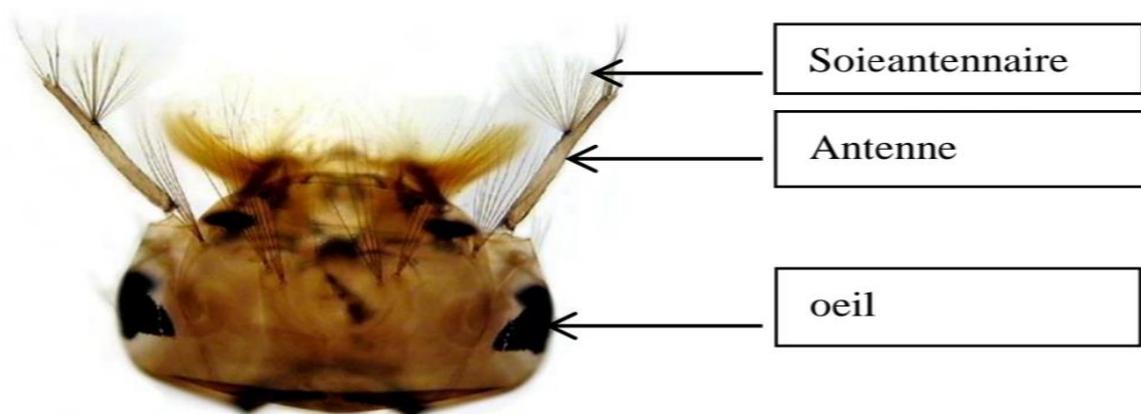


Figure 4. Morphologie générale d'une larve du IVe stade de *Culex pipiens* (Schaffner et al, 2001)

9. **La tête** est pourvue d'une paire des mandibules à pointes aigues continuellement en activité et d'organes sensoriels : antennes, soies, palpes (fig. 5).



Le Figure 5. Aspect morphologique de la tête d'une larve de *Culex pipiens* (Berchi, 2000).

10. **thorax** Représenté par une masse indivise de forme légèrement globuleuse, large aplatie dorsoventralement, sur laquelle s'insèrent des paires de soies longues ou courtes, plus au moins ramifiées, surtout utilisée pour la détermination systématique des larves d'anophèles.

Le thorax est formé de trois segments soudés (Prothorax, mésothorax et métathorax), dont la distinction se fait à l'aide de la chétotaxie (Becker, 2003).

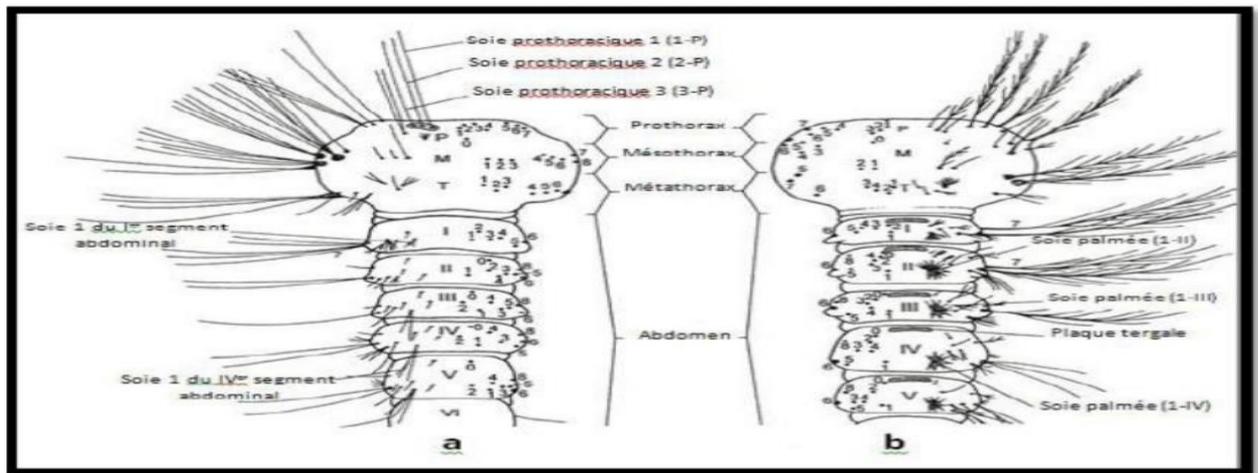


Figure6: Chetotaxie de la face dorsale du thorax et de l'abdomen des larves

a : Culicinae ; b : Anophelinae (Becker et al., 2003)

11. **L'abdomen :** plus souple que le thorax, porte sur le 8^{ème} segment un siphon respiratoire, tube renfermant deux trachées et se terminant par une cupule non mouillable. Lorsque la larve va respirer, elle remonte vers la surface et, la tête en bas, fait affleurer son siphon. Elle replonge ensuite après avoir fermé l'extrémité du siphon qui possède cinq valves. L'abdomen se termine par des lames aplaties ou se ramifient des vaisseaux sanguins et des trachées ; ces organes jouent le rôle des branchées et permettent une respiration aquatique partielle. Une touffe de longues soies forme un appareil natatoire. Donc, les larves respirent l'air atmosphérique et utilisent également l'oxygène dissous dans l'eau grâce aux branchies qui terminent l'abdomen. Au cours de leur vie, ces larves passent par trois mues et représentent donc quatre stades larvaires.
12. **Le canal alimentaire :** Le tube digestif chez les larves des moustiques est relativement simple et se compose des trois parties habituelles du tractus digestif des arthropodes, un stomodaeum ectodermique, un mésentère endodermique et un proctodaeum ectodermique (Fig.7).

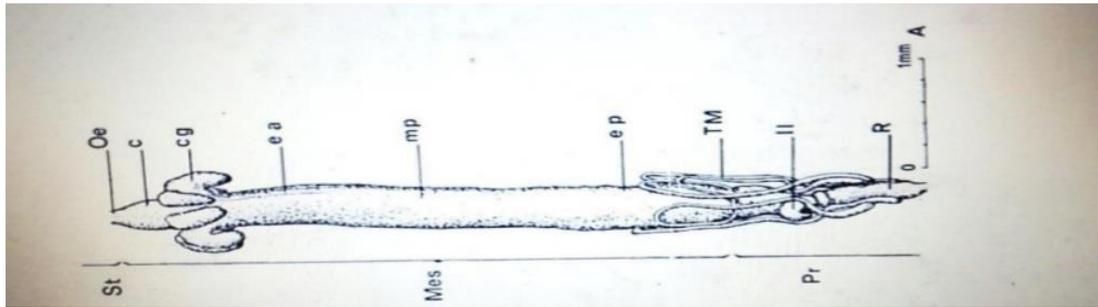


Figure7 :Tube digestif d'une larve de moustique au dernier stade larvaire (L4);

organisation générale (**Charle et De Barjac, 1981**)

c : cardia, **cg** : caecum gastrique, **ea** : estomac antérieur, **ep** : estomac postérieur, **II** : Iléon, **Més** : Mésenteron, **mp** : membrane péri trophique, **Oe** : Oesophage, **Pr** : Proctodeum, **R** : Rectum, **St** : Stomodeum, **TM** : Tubes de Malpighi.

La première partie (stomodeum) commence dans la tête avec le pharynx, suivi par un œsophage étroit qui passe par le cou dans le thorax, où il pénètre dans la première partie du mésenteron (Snodgrass, 1959). L'intestin moyen des larves peut être divisé en quatre régions (à savoir le cardia, le caeca gastrique, l'intestin moyen antérieur et postérieur). Dans toutes ces régions, l'épithélium est composé d'une seule couche de cellules digestives constituée de microvillosités apicales, de cytoplasmes avec de nombreuses mitochondries et de noyaux avec des chromosomes polytènes. L'épithélium du mésogastre est bordé d'une matrice péritrophique bien développée qui le sépare des aliments ingérés (**Clements, 1996; Boudko et al., 2001**) (Fig. 8).

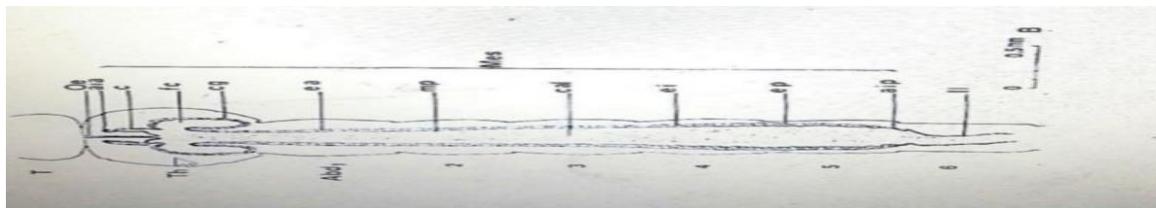


Figure 8. Coupe frontale d'une L4 : situation des différents types cellulaires du

mésenteron (**Charle et De Barjac, 1981**)

abd : segments abdominaux, **aia** : anneau imaginal antérieur, **aip** : anneau imaginal postérieur, **c** : cardia, **cal** : colonne alimentaire, **cg** : caecum gastrique, **ea** : estomac antérieur, **ei** : estomac intermédiaire, **ep** : estomac postérieur, **fc** : fluide colorable, **II** : Iléon, **Més** : Mésenteron, **mp** : membrane péri trophique, **Oe** : Oesophage, **Pr** : Proctodeum, **R** : Rectum, **St** : Stomodeum, **T** : Tête, **Th** : Thorax, **TM** : Tubes de Malpighi.

La masse sombre des particules alimentaires dans le ventricule est contenue dans une mince membrane péritrophique tubulaire, pour être sécrétée par les parois cellulaires du cardia entourant l'entonnoir stomodaeal. Le proctodaeum, ou intestin, se différencie en une partie antérieure courte, et une partie postérieure plus longue, ou rectum. L'intestin antérieur commence comme une expansion contre la fin du ventricule, puis se rétrécit à un tube qui fait une courbure en forme de S à l'agrandissement antérieur du rectum, qui se déroule finalement comme un tube étroit à l'anus (**Snodgrass, 1959**). Pour la fonction digestive initiale des larves immatures de moustiques, la partie antérieure de leur intestin moyen (estomac), dont le pH luminal est de 10,5 à 11, est essentielle pour le métabolisme et la solubilité des protéines car ces derniers ne peuvent être solubles que si le pH est supérieur à 9,5 (**Dadd, 1975; Dow, 1984; Zhuang et al., 1999; Boudko et al., 2001**)

II-5-3- Nympe

La nymphe a une forme de point d'interrogation et respire par des trompettes respiratoires situées sur le céphalothorax. Elle n'ingère par contre aucune nourriture. Elle est extrêmement sensible et plonge dans l'eau au moindre mouvement perçu. *Culex pipiens pipiens* reste sous cette forme pendant 2 à 4 jours. A la fin de cette période, la nymphe donne un adulte mâle ou femelle. Cette étape a généralement lieu le matin (**Resseguier, 2011**).

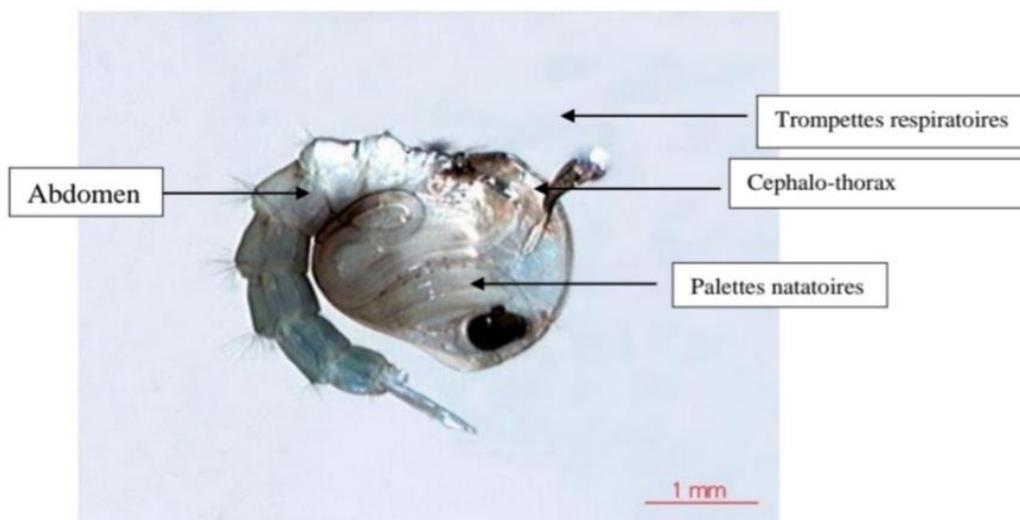


Figure 9 : Morphologie générale d'une nymphe de *Culex pipiens* (**Berchi, 2000**).

II-5-4- Adulte

Le corps du moustique adulte est composé de trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen (fig. 10). Les femelles se distinguent des mâles par des antennes glabres. Les mâles ont des antennes plumeuses, et une morphologie plus effilée (fig.11).

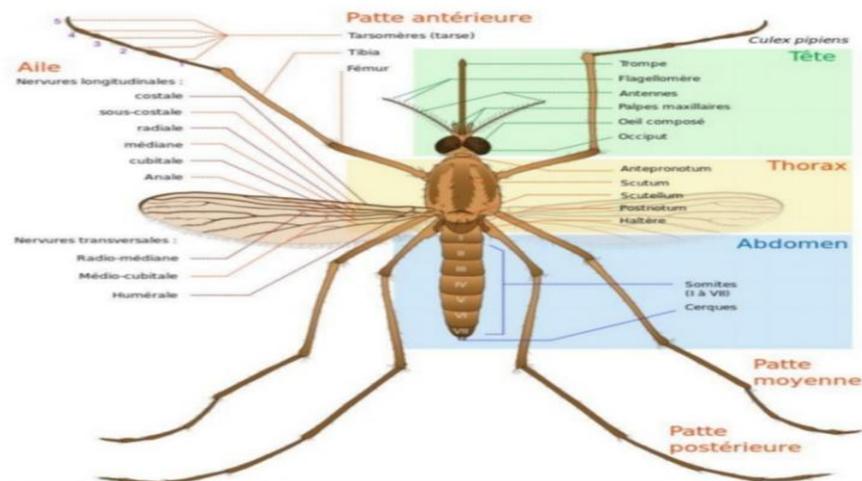


Figure 10. Morphologie générale d'un moustique adulte (Anonyme 2, 2018).

II-5-4-1-Tête

Une capsule formée de plusieurs pièces qui comporte les organes (les yeux, les antennes, et les pièces buccales). Les yeux sont en position latérale, au nombre de deux, composés de nombreuses ommatidies. Les antennes sont composées de 15 articles chez le mâle (antennes plumeuses) et 16 articles chez la femelle (antennes glabres) (Brunhes, 1970). Les pièces buccales constituent un ensemble appelé trompe ou proboscis, on y distingue deux mandibules, deux maxilles, l'hypopharynx et le labre qui forme un canal dans lequel remonte le sang (Rodhain et al., 1985) (fig. 12).

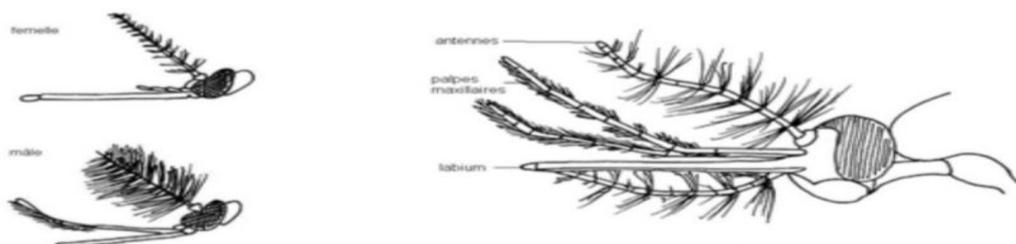


Figure 11. A gauche, tête de Culex mâle et femelle, A droite, tête de Culex mâle (Toral Y Caro, 2005)

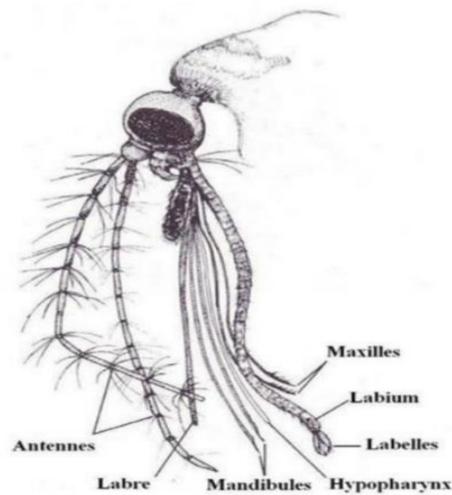


Figure 12. Morphologie schématique de la tête de *Culex pipiens* (Resseguier, 2011)

II-5-4-2-Thorax

Il est formé de trois métamères composés de plaques sclérifiées. Les plaques ventrales sont les sternites, les plaques latérales sont les pleurites et les plaques dorsales sont appelées tergites

(Brunhes, 1970).

Le thorax porte Trois paires de pattes, une paire d'ailes et une paire d'haltères ou balanciers remplaçant la deuxième paire d'ailes. Les faces latérales du thorax sont occupées par des écailles et soies qui jouent un rôle important dans l'identification des espèces culicidiennes. Le thorax se compose de trois parties notamment : le prothorax très réduit, et ne porte qu'une paire de pattes. Le mésothorax c'est le métamère le plus développé des trois, il porte; une paire d'ailes, une paire de pattes, et une paire de stigmates. Le métathorax est également très réduit, et porte; une paire de pattes, une paire d'haltères (homologues d'une paire d'ailes vestigiales) et une paire de stigmates (fig. 13).

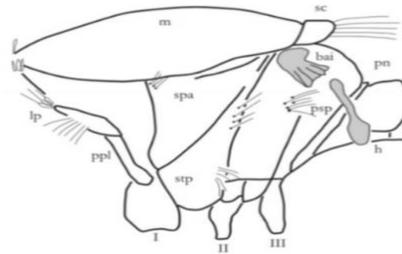


Figure 13. Morphologie schématique et emplacement des soies du thorax en vue latérale

(Gillies et De Meillon, 1968)

m = mésonotum ou scutum ; **sc** = scutellum ; **lp** = lobe pronotal ; **spa** = spiracle antérieur ; **h** = haltères ou balanciers ; **stp** = sternopleure ; **psp** = spiracle postérieur ; **pn** = post-notum ; **ppl** = propleure ; **bai** = base des ailes ; **I, II et III** = base des pattes.

II-5-4-3-Pattes

Elles sont composées de 9 articles : le coxa, le trochanter, le fémur, le tibia et 5 tarsomères (tarse). Le tarse se termine par une paire de griffes, un empodium médian et une paire de pulvilles (fig.14).

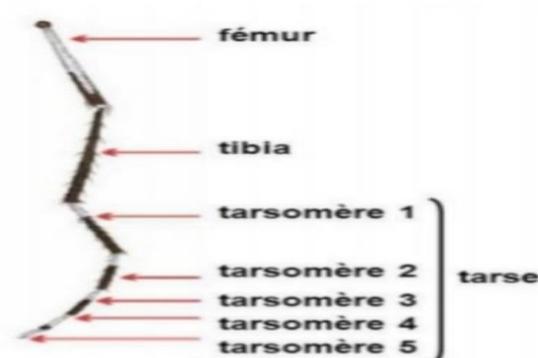


Figure 14. Différentes parties d'une patte de *Culex pipiens* (Faye, 2018).

II-5-4-4-Ailes

Les ailes sont tendues sur une armature de nervures recouvertes d'écailles. La présence ou non de certains caractères sur les nervures fait que celles-ci sont de plus en plus utilisées dans les clés de détermination des espèces (**Brunhes, 1970**)(fig. 15).

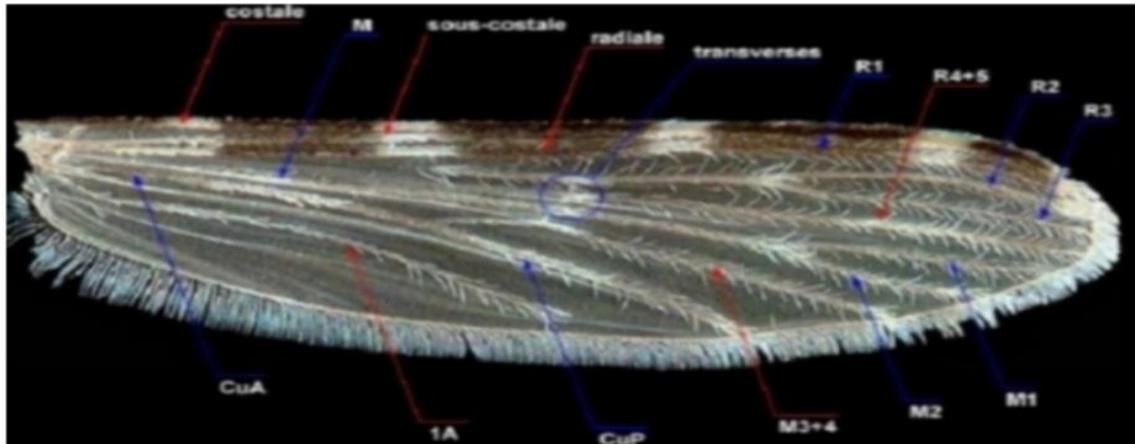


Figure 15. Morphologie des ailes de *Culex pipiens* (**Guèye, 2013**).

II-5-4-5-Abdomen

Constitué de 10 segments dont les sept premiers sont composés de tergite (plaque dorsale) et de sternite (plaque ventrale). Les trois autres sont peu distincts et portent les appendices génitaux (fig. 16).

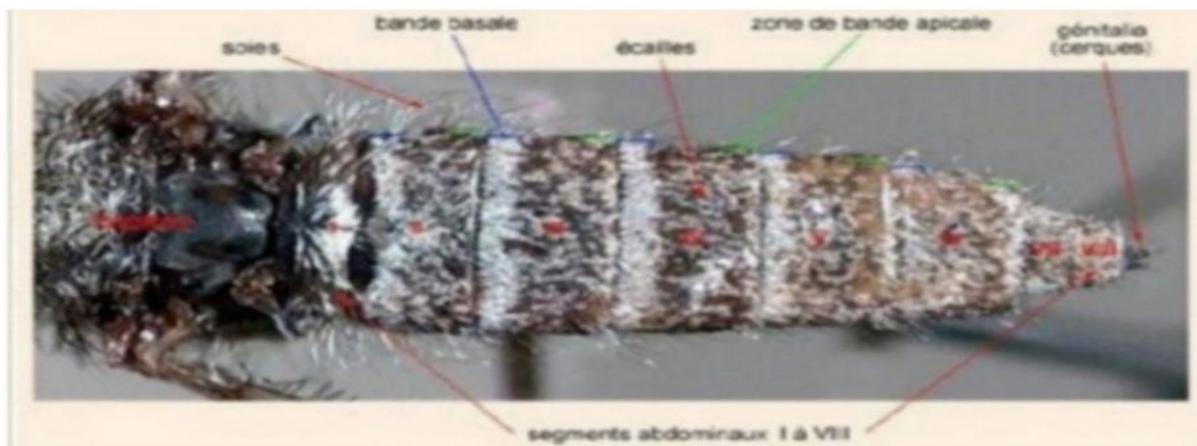


Figure 16. Morphologie de l'abdomen de *Culex pipiens*.

(**Schaffner et al., 2001**)

II-5-4-6- Génitalia mâles

Le neuvième segment abdominal porteur de l'appareil génital mâle s'appelle (segment génital). Cet appareil subit de grandes modifications. Il est composé d'une paire de forcipules entourant le pénis. Chaque forcipule commence par une pièce basale appelée gonocoxite. Ce dernier porte sur sa partie apicale une plaque munie de nombreuses épines (le lobe apical). Le gonocoxite est suivie par une pièce fine appelée style. Le pénis est en position ventrale par rapport à l'anus avant la rotation des génitalia mâles. Il se retrouve en position dorsale après la rotation.

II-5-4-7- Génitalia femelles

Chez les femelles, le huitième segment est bien développé par rapport au neuvième qui est très réduit. L'orifice vaginal, placé sur le ventre, est limité par deux lèvres qui en obstruent la lumière. L'étude de l'appareil génitale femelle interne montre qu'il est formé de deux ovaires composés d'ovarioles. Dans chaque ovaire se situe un oviducte interne ou calice. La réunion des deux oviductes externes donne un oviducte commun qui est suivi d'un vagin dans lequel s'ouvrent les deux canaux des spermatheques (Mondet, 1993) (fig17).

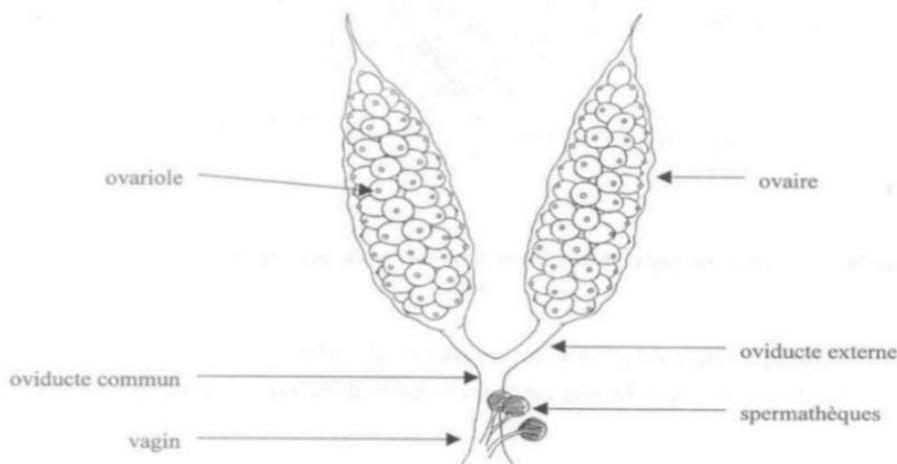


Figure 17 : Morphologie schématique de l'appareil génital femelle

(Eldridge et Edman, 2000)

II-6-1- Facteurs de développement

Différents facteurs influent sur le degré d'humidité, et jouent ainsi un rôle dans le développement des Culex. On trouve :

-Les facteurs naturels : la fréquence des précipitations ainsi que leur quantité, des orages dont les dégâts peuvent causer des crues, la résurgence des nappes phréatique. Ce type de facteurs dépend essentiellement de la région et il est difficile pour l'homme de les contrôler (**Ripert, 2007 ; Subra et Hebrard, 1975**).

-Les facteurs artificiels : les systèmes d'irrigation par gravité tels que les rivières, les zones d'élevage piscicoles et d'aquaculture, les stations d'épuration, les barrages et les lacs artificiels. Ces facteurs sont plus facilement contrôlables car créés par l'homme (**Ripert, 2007 ; Subra et Hebrard, 1975**). Pour ce qui est du rôle de la température, de fortes chaleurs, notamment au début de l'été favorisent le développement de Culex pipiens (**Resseguier, 2011**).

II-6-2- Cycle de développement du moustique

Le cycle de développement des moustiques dure environ douze (12) à vingt (20) jours (**Adisso et Alia, 2005**). Comme tout insecte à métamorphose complète (holométabole) le développement du moustique se caractérise par deux phases distinctes (**Rodhain et Perez., 1985**):

13. la phase aquatique regroupant les trois premiers stades.
14. la phase aérienne qui concerne l'adulte ailé ou imago (dernier stade).

1-Phase aquatique

Quelques jours après la fécondation, les oeufs sont pondus par la femelle dans différents milieux.

La ponte est souvent de l'ordre de 100 à 400 oeufs et le stade ovulaire dure deux (2) à trois(3) jours lorsque les conditions : température du milieu, pH de l'eau, nature et abondance de la végétation aquatique de même que la faune associée (**Kpondjo, 2008**) sont favorables à

l'éclosion ; celle-ci peut être retardée, en cas d'abaissement de la température par exemple. La taille d'un oeuf est d'environ 0,5 mm (**Rodhain et Perez, 1985**).

A maturité, les oeufs 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 (**Rodhain et Perez., 1985**). La larve de 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 (6) à dix (10) 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 (1) à deux (2) 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 (15) minutes au cours desquelles l'insecte se trouve exposé sans défense face à de nombreux prédateurs de surface (**Rodhain et Perez, 1985**).

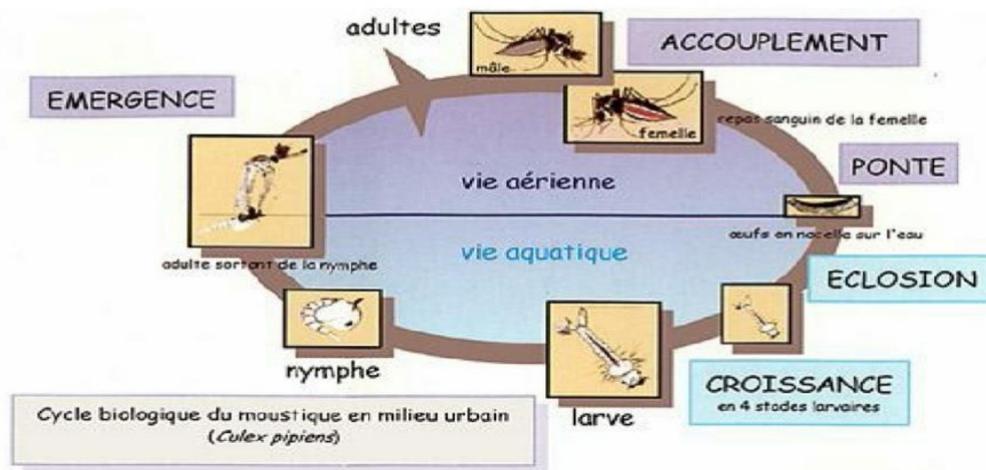
2-Phase aérienne

Les sujets des deux (2) sexes s'accouplent en vol ou dans la végétation et ont une distance de vol de un (1) à deux (2) km. Grâce aux longs poils dressés sur leurs antennes, les mâles peuvent percevoir le bourdonnement produit par le battement rapide des ailes des femelles, qui s'approchent des essaims lors du vol nuptial. A ce moment, le mâle féconde la femelle en lui laissant un stock de sa semence. La femelle dotée d'un caractère particulier, celui du maintien en vie jusqu'à la mort des spermatozoïdes, conserve la semence du mâle dans une ampoule globulaire ou vésicule d'entreposage (spermatique). Elle ne s'accouple donc qu'une seule fois (**Darriet, 1998**).

Les adultes mâles et femelles se nourrissent de jus sucrés, de nectars et d'autres sécrétions végétales. Pourtant, une fois fécondées, les femelles partent à la recherche d'un repas sanguin duquel, elles retirent les protéines et leurs acides aminés, nécessaires pour la maturation des

oeufs. 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 noire. Le cycle de développement du moustique est schématisé dans la figure (18).

Figure 18 :Cycle de développement des moustiques

III- Bio-écologie de *Culex pipiens*

III-1- Accouplement

Deux à quatre jours après leur sortie de l'eau, les moustiques partent en quête d'un partenaire Sexuel. Le moustique male est attiré par les vibrations des ailes de la femelle en vol (200 à 400 battements par seconde), ainsi que par des phéromones sexuelles. La perception des phéromones par le mal est rendue possible par des soies sensibles situées sur les antennes. Après l'accouplement, les mâles ne tardent pas à mourir. Il n'y a généralement qu'un seul accouplement au début de la vie de l'adulte, le sperme étant stocké dans les spermathèques de la femelle où il est conservé tout au long de la vie de celle-ci. La

fécondation des oeufs a lieu au fur et à mesure de la ponte. Les femelles nées à l'automne ne se reproduisent pas ; elles se nourrissent de substances sucrées ce qui leur permet ensuite de survivre tout l'hiver sans s'alimenter (Muriel et Gabrielle.2005).

III-2- Ponte

Une fois gorgée de sang, la femelle se réfugie dans un abri jusqu'au développement complet des œufs, puis elle cherche un endroit pour pondre. Le nombre d'œufs varie en fonction de la quantité de sang absorbé, les pontes autogènes étant toujours composés d'un nombre relativement réduit d'œufs. Les œufs sont déposés en nacelle à la surface de l'eau, perpendiculairement à celle-ci, et arrangés de façon à ce que la larve ait la tête en bas et émerge par le dessous de l'œuf. Une femelle peut pondre 800 à 2500 œufs répartis en pontes de 100 à 400. Les pontes ont généralement lieu au crépuscule (Muriel et Gabrielle.2005).

III-3- Développement larvaire

L'éclosion des œufs donne naissance à des larves, qui passent par quatre stades distincts séparés par trois mues successives. La durée de cette phase, température du milieu, la densité larvaire ainsi que la disponibilité en nourriture. Sa taille variera de 2 à 12 mm en moyenne en fonction des stades.

III-4- Recherche des hôtes

La femelle de *Culex pipiens* prend ses repas sanguins préférentiellement sur les animaux. Elle repère son hôte par les mouvements, les formes et les couleurs de celui-ci (sombre en particulier), puis par l'odeur de substances chimiques, comme le gaz carbonique, qu'il dégage en respirant. Certaines odeurs, telle que la transpiration, poussent la femelle à piquer. En outre, les moustiques sont sensibles aux radiations infrarouges, qui les guident vers les animaux à sang chaud (Muriel et Gabrielle.2005).

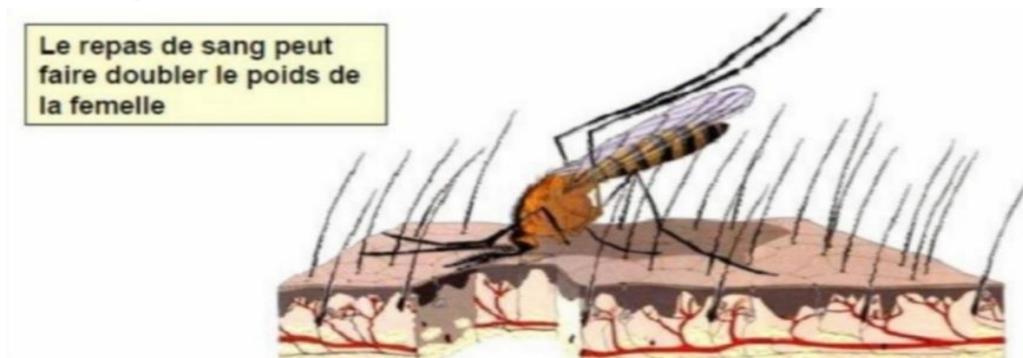


Figure 19 : Moustique (Gilles, 2014)

VI- Principales nuisances causées par *Culex pipiens*

On distingue deux types de nuisances causées par *Culex pipiens*

VI-1 - Piqures

Chez l'homme comme chez l'animal, la piqure du moustique femelle provoque une lésion ronde de quelques mm à 2 cm de diamètre souvent prurigineuse. Des réactions allergiques à ces piqures peuvent apparaître, dues à l'injection d'antigènes salivaires, mais pouvant aussi être dues au simple contact avec le moustique ou ses excréments (**Muriel et Gabrielle.2005**).

VI-2-Transmission de maladies

Les moustiques sont vecteurs de nombreuses maladies. En règle générale, la transmission des agents pathogènes se fait selon un cycle peu varié : contamination du moustique sur un hôte 1 porteur de la maladie, maturation et parfois multiplication de l'agent pathogène dans le corps du moustique (pour les parasites), puis inoculation à un hôte n°2 lors d'un second repas sanguin (**Muriel et Gabrielle.2005**).

Les principaux agents pathogènes sont :

15. **Des virus** : West Nile, fièvre jaune, dengue...,
16. **Des parasites**, notamment des filaires.

V - Contrôle des moustiques

Depuis des longues années des différentes populations ont lancé par leurs chercheurs chapotés au OMS pour aboutir à une conduite pour combattre les moustiques vectoriels. Après des grands efforts, des nombreuses stratégies ont été mises en place pour lutter contre ces moustiques dont : la réduction des contacts être humain moustiques, la lutte contre les larves ainsi que contre les imagos (adultes), curatives ou préventives. Parmi les principales méthodes de lutte contre les moustiques actuellement disponibles, nous pouvons retenir

V-1 -Lutte physique (mécanique)

La lutte physique (mécanique) par des travaux d'aménagement (faucardage, drainage...), les gîtes larvaires sont réduits, voire supprimés. La mise en œuvre de tels procédés doit être

parfaitement réfléchi et ne doit se réaliser qu'après information des populations concernées (Muriel et Gabrielle, 2005).

V-2-Lutte chimique

L'essentiel des mesures prises contre les moustiques repose sur la lutte chimique par l'utilisation d'insecticide. Suivant les cas, on peut adopter des mesures anti-larvaires. Le mâle se nourrit exclusivement de sèves, sucs, qu'il pompe sur les arbres et les fleurs grâce à son stylet. Seule la femelle se nourrit de sang, celui des animaux à sang chaud qui lui est nécessaire pour pondre car riche en protéines, mais elle a le même régime alimentaire de base que le mâle. Dispersion d'insecticide dans les gîtes) ou des techniques adulticides (pulvérisation intra domiciliaire (Nosais, 1996). La lutte chimique se fait à l'emploi des produits synthétiques ou végétaux qui tuent les insectes par ingestion ou par contact. Le mode d'application des produits est fonction de l'écologie du vecteur et du stade visé (Nosais, 1996).

V-3- Lutte génétique

Elle consiste à la manipulation du patrimoine génétique des moustiques afin d'obtenir des individus transgéniques qui peuvent être soit stériles, soit réfractaires aux parasites qu'ils transmettent habituellement. Les manipulations intéressent également les plantes telles les algues qui se reproduisent dans les gîtes larvaires. Ces algues génétiquement modifiées par intégration de gènes de toxines bactériennes agissent sur les larves de moustiques (Muriel et Gabriell

V-4-Lutte biologique

Elle consiste à introduire dans le biotope des moustiques, des organismes d'espèces différentes qui sont leurs ennemies naturelles. C'est le cas du poisson larvicide *Gambusia affinis* dont l'action est limitée aux eaux permanentes et de la bactérie, *Bacillus sphaericus* qui provoque une mortalité chez les larves de moustique des genres *Culex* et *Anopheles*, à degré moindre sur les *Aedes*. Les poissons herbivores (carpe) sont utilisés en Chine pour dévorer les herbes qui servent d'abris aux larves de moustiques (Diakite, 2008).

V-5-Lutte microbiologique

Sous ce terme on sous-entend les parasites conventionnels mais aussi les virus et les bactéries pathogènes des Culicidés comme *Bacillus thuringiensis* (Benkalfate, 1991). Dans les années

2000, la lutte bactérienne utilisant *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) monopoliser 95 % du marché mondiale des agents microbiens de lutte contre les insectes (Diakite, 2008). Son activité larvicide provient de la structure cristalline pouvant contenir plusieurs toxines ; cette substance très toxique par ingestion s'est avérée être efficace vis-à-vis des larves de moustiques et celle des simuliés. L'avantage de cette bactérie réside dans son innocuité envers la faune non cible et les mammifères (Aouati, 2016).

V-6-Lutte par les plantes médicinales

Suite à les conséquences néfastes de la lutte chimique, la recherche a élaboré d'autres méthodes alternatives aux insecticides chimiques, ce qui a conduit au développement et utilisation de nouvelles molécules prenant en considération les paramètres biologiques, physiologiques et biochimiques des organismes vivants (Aouati, 2016). Ces molécules sont sélectives, sans risques écotoxicologiques, biodégradables et non toxiques pour les organismes non visés. Ces molécules sont décrites comme étant la troisième génération d'insecticide, c'est l'utilisation de plantes dans la lutte anti vectorielle, en effet ces extraits de plantes aqueux ou sous forme d'huiles essentielles contiennent des substances toxiques pouvant agir efficacement sur les moustiques. C'est des sources de molécules naturelles présentant un grand potentiel d'application contre les insectes et d'autres parasites des plantes et du monde animal. L'histoire des plantes aromatiques et médicinales est associée à l'évolution des civilisations (Aouati, 2016). Dans toutes les régions du monde, l'histoire des peuples montre que ces plantes sont toujours occupées une place importante en médecine, dans la composition des parfums et dans les préparations culinaires (Janssen et al., 1987). L'utilisation des extraits de plantes comme le pyrèthre, la nicotine et la roténone était connue depuis longtemps déjà comme agents de lutte contre les insectes ; les extraits de plantes agissent de deux façons possibles ; une action larvicide pouvant causer une mortalité appréciable des larves en 1 à 12 jours, ou une action juvénile mimétique de l'hormone juvénile, avec allongement de la durée de la vie larvaire pouvant inhiber la nymphose (Aouati, 2016).

VI - Mécanismes de résistance aux insecticides

La résistance des insectes est définie comme étant l'apparition, dans une souche d'insectes, de la faculté de tolérer des doses des substances toxiques qui exerceraient un effet létal sur la majorité des individus composant une population normale de la même espèce. L'expression "résistance due au changement de comportement" désigne l'apparition d'une aptitude de l'insecte à éviter une dose qui serait létale pour lui. Le phénomène de résistance

est une diminution héréditaire de la sensibilité à un insecticide, pouvant apparaître suite à une utilisation abusive ou non raisonnée d'un insecticide donné contre une espèce donnée les mécanismes de résistance sont classés en trois grandes catégories qui se traduisent par des modifications comportementales, métaboliques et biochimiques (**Trari ,2017**).

VI-1- Résistance comportementale

Permet de réduire l'exposition à un pesticide. Cela inclut la répulsion ou l'irritabilité à un pesticide provoquant le déplacement des individus résistants, modification de la préférence pour un habitat dépourvu de pesticide, modification du cycle de vie provoquant l'absence du stade visé au moment des applications de pesticides. Ils peuvent être :

A-Résistance associée à la mobilité de l'insecte

Dans ce cas, la manifestation de la résistance comportementale dépend du stimulus.

B-Résistance associée à l'immobilité de l'insecte

Ce type de résistance comportementale correspond à la limitation du temps de contact avec le pesticide(Vanoosthuyseetal, 2018

VI-2- Résistance biochimique

La résistance biochimique se situe au niveau cellulaire. Au moment où l'insecte entre en contact avec l'insecticide, ce dernier pénètre dans l'organisme et atteint les cellules, ainsi il entrave le fonctionnement normal des protéines et des enzymes cibles. On distingue alors deux types de modifications :

1. Une activité accrue des systèmes de dégradation des xénobiotiques (et donc des insecticides).
2. Une modification de la cible de l'insecticide devenant capable de fonctionner correctement malgré la présence d'insecticide. Une diminution de l'affinité des sites d'action vis-à-vis des insecticides (**Mimouni, 2011**).

VI-3- Résistance métabolique

Résistance induite par un processus métabolique, par exemple chez les insectes qui sont capables de détoxifier ou de décomposer la toxine plus rapidement que les insectes sensibles, ou bien dont l'organisme se débarrasse rapidement des molécules toxiques. Les insectes se servent de leurs systèmes enzymatiques pour décomposer les insecticides, les lignées

résistantes pouvant posséder des niveaux plus élevés de ces enzymes ou bien des enzymes plus efficaces en matière de détoxification. En outre, ces systèmes enzymatiques pourraient aussi avoir un ample spectre d'activité, c'est-à-dire qu'il est en mesure de décomposer plusieurs pesticides différents (FAO,2013).

Chapitre II:
Artemisia herba-Alba (Huile essentielle)



Chapitre II : *Artemisia herba-alba* (Huile essentielle)**I -Généralités**

Le genre *Artemisia* appartient à la famille des Asteraceae. C'est l'un des genres les plus répandus et les plus étudiés de cette famille. Il contient un nombre variable d'espèces allant jusqu'à 400 espèces (Mucciarelli et Maffei, 2002). Les espèces qui appartiennent au genre *Artemisia* possèdent des propriétés thérapeutiques. Elles sont non seulement utilisées dans la médecine traditionnelle, mais aussi dans les industries alimentaire et pharmaceutique (Mirjalili et al., 2007). Il a été rapporté que le genre *Artemisia* est riche en métabolites secondaires tels que les flavonoïdes, les acides cafféoylquiniques, les coumarines, les huiles essentielles, les stérols et les acétylènes (Kundan et Anupam, 2010).

II-Famille des Asteraceae

Les Asteraceae renferment 408 espèces réparties en 109 genres (Quezel et Santa, 1963). Ces derniers désignent des plantes herbacées, buissons ou arbres; matières de réserve constituées d'oligosaccharides, entre autre l'inuline, canaux résinifères souvent présents, de même que des laticifères, mais l'un des deux manquant parfois, présence générale de polyacétylènes et des huiles essentielles terpéniques, généralement à lactones sesquiterpènes (mais sans composés iridoïdes) (Judd et al., 2002).

III-Présentation de l'espèce *herba – alba*

La plante *Artemisia Herba – alba* Connue depuis des millénaires, l'armoise blanche a été décrite par l'historien grec Xénophon au début du IV siècle avant J-C, dans les steppes de la mésopotamie. Elle a été ensuite répertoriée en 1779 par le botaniste espagnol Ignacio Claudio de Asso y del Rio .C'est une plante essentiellement fourragère, très appréciée par le bétail, elle présente une odeur caractéristique d'huile de thymol et un goût amer d'où son caractère astringent (Eloukili, 2013).

L'*Artemisia herba alba*, ou encore l'armoise blanche désignée en arabe sous le nom de « *Chih* » de la famille des Astéracées, pousse généralement en touffes de tailles réduite. C'est une plante à différents usages. Elle se caractérise par sa richesse en huile essentielle de composition différente qui a conduit à la définition de plusieurs chémotypes; sa forte valeur fourragère et son rôle écologique très important contre l'érosion et la désertification (Bouzi, 2016).

L'armoise blanche « *Artemisia herba alba* » est une plante médicinale et aromatique utilisée depuis longtemps dans la médecine traditionnelle algérienne. C'est l'*armoise* la plus connue en Algérie, elle est très abondante sur les Hauts Plateaux (**Bouzidi, 2016**). L'armoise blanche est considérée comme matière pleine de substances médicinales et nutritionnelles (plante fourragère), elle est aussi une source de substances (huile essentielle) qui possèdent des effets remarquables sur le plan biologique (**Eloukili, 2013**).



Figure 20 : *Artemisia herba alba* (Photo personnelle)

IV-Description botanique

L'*Artemisia herba alba* Asso, est un arbuste nain vivace (**Kavishankar et al, 2011 ; Al-Khazraji et al, 1993**).



Figure 21 : L'Armoise, *Artemisia herba-alba*

IV-1-Partie aérienne

3. **Tiges** : ses tiges sont florifères et élancées, un peu velues (**Ozenda, 1983; Baba Aissa, 2000**) Ou partie ligneuse, ramifiée de 30à50centimètres de long, très feuillées avec une couche épaisse, la touffe des tiges est plus importante selon la pluviométrie (**Ozenda, 1985**).
4. **Feuilles** : ses feuilles sont oblongues, découpées en segments de couleur vert foncé sur la face et blanc cotonneux sur leur partie inférieure (**Ozenda, 1983; Baba Aissa, 2000**).Elles sont courtes, alternées, très divisées, laineuses, blanches, pubescentes et pennati partîtes. Elles diminuent de taille au fur et à mesure que les rameaux s'allongent.Cette diminution de taille des feuilles entraîne une réduction considérable de lasurface transparente, et par conséquent, permet à la plante de résister à la sécheresse (**Pourrat, 1974**).

5. **Fleurs** : elles sont groupées en grappes, à capitules très petites(3/1.5mm) et ovoïdes.

L'involucre est à bractées imbriquées, le réceptacle floral est nu avec 2 à 5 fleurs jaunâtres par capitule toutes hermaphrodites (**Pottier, 1981**).La formule florale correspondante est : $5S+5P+5E+2C$. Le calice est pentamère et est toujours réduit, la corolle est gamopétale et pentamère et peut se présenter sous trois formes différentes : tubuleuse, bilabiée ou ligulée (**Goris. A, 1967**), elle dégage une odeur très forte, parfois désagréable (**Ozenda, 1983; Baba Aissa, 2000**).

6. **Fruits** : sont des akènes (**Ghrabi et Al-Rowaily, 2005**), et les fruits sont groupées en grappes (**Khiredine, 2012**).

IV-2-Partie souterraine ou racinaire

Elle se présente sous forme d'une racine principale, ligneuse et épaisse, bien distincte des racines secondaires et qui s'enfonce dans le sol tel un pivot. La racine pénètre profondément jusqu'à 40 à 50 centimètres et ne se ramifie qu'à cette profondeur (**Aidoud, 1983**).

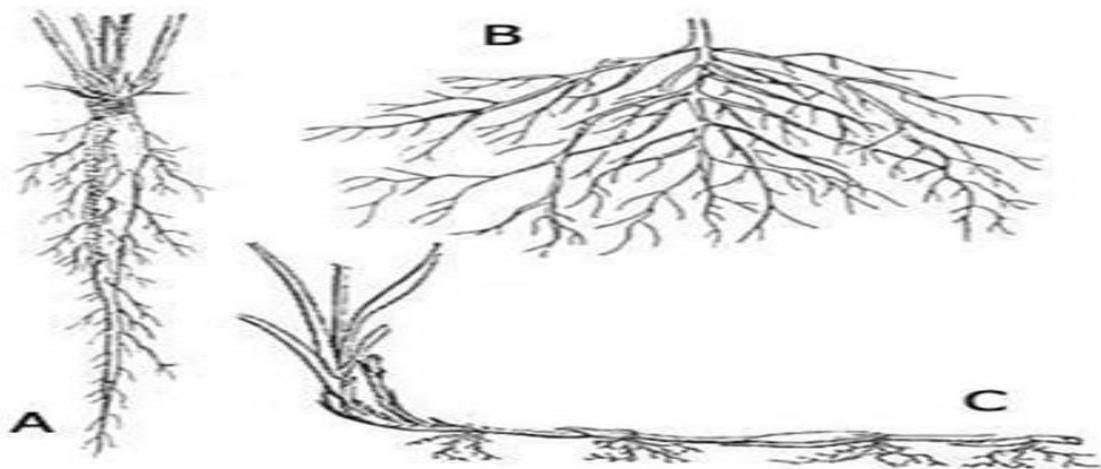


Figure 22: Partie souterraine d'*Artemisia herba alba* (**Bouraoui et al. 2003**).

IV-3-Caractère botanique

L'*Artemisia herba alba* Asso est une plante steppique du genre *Artemisia* de la famille des Astéracées Elle est une plante herbacée à tiges ligneuses et ramifiées, de 30 cm à 50 cm avec une couche épaisse .Les feuilles sont petites, sessiles, pubescentes, à aspect argenté. Ces feuilles sont groupées en grappes, à capitules très petites et ovoïdes. L'involucre est bractée

- et imbriquée. Le réceptacle floral est nu avec 2 à 5 fleures jaunâtres et toutes hermaphrodites (Pottier, 1981).

V-Origine

Artemisia est le nom de genre des *armoises*, il provient de celui de la déesse grecque de la chasse Artémis, la Diane des romains, patronne des vierges à cause des bienfaits de cette herbe. *Herba alba* signifie herbe blanche (Eloukili, 2013).

Le genre *Artemisia* fait l'objet de nombreux travaux scientifiques mettant en évidence des activités variées (Willcox, 2009). Ce genre comprend des plantes médicinales importantes qui font actuellement l'objet d'une attention phytochimique en raison de leur diversité biologique et chimique (Baba Aissa, 2000).

VI- Répartition géographique

Un grand nombre d'*armoises* (environ 250 espèces) sont réparties à travers l'hémisphère Nord. Plus d'une dizaine d'espèces ont été déterminées en Algérie ; certaines sont rares et disséminées en hautes montagnes, ou cantonnées dans certaines limites; d'autres sont au contraire particulièrement abondantes et répandues sur de grandes étendues, par exemple : *Artemisia herba alba* (Chih), espèce typique du paysage steppique et saharien. Leur détermination n'est pas très délicate, d'autant qu'elles sont pour la plupart, vivaces et aromatiques (Baba Aissa, 2000). L'*Armoise* est largement répandue depuis les îles Canaries et le sud-est de l'Espagne Jusqu'aux steppes d'Asie centrale (Iran, Turkménistan, Ouzbékistan) et à travers l'Afrique du nord, l'Arabie et le Proche-Orient. En Afrique du nord, cette espèce couvre d'immenses territoires évalués à plus de dix millions d'hectares, *Artemisia herba-alba* est absente des zones littorales nord et se raréfie dans l'extrême sud (Nabli, 1989).

L'*Artemisia herba alba* est une plante spontanée très répandue en Afrique du nord et au moyen orient, Elle affectionne les climats secs et chauds, et existe sous forme de peuplements importants dans les zones désertiques. C'est une plante steppique des régions irano-touraniennes, prédominante dans les steppes d'Espagne ainsi que dans le désert de Sinaï (Eloukili, 2013). En Algérie, l'*Artemisia herba alba*, couvre près de six millions d'hectares dans les steppes, elle se présente sous forme de buissons blancs, laineux et espacés (Eloukili, 2013).

VII- Systématique de la plante

D'après Quezel et Santa 1963; Dupont 2004, la classification qu'occupe *Artemisia herba alba* Asso dans la systématique est la suivante:

TableauIII : Systématique d'Artemisia Herba -Halba(Vallès et Mc Arthur, 2001; Mohamed *et al.*, 2010)

Règne	Plantae
Sous règne	Tracheobionta
Embranchement	Spermatophyta
Sous embranchement	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous classe	Asteridae
Ordre	Asterales
Famille	Asteraceae
Sous famille	Asteroideae
Tribu	Anthemideae
Sous tribu	Artemisinae
Genre	<i>Artemisia Herba-helba</i>
Espèce	<i>ArtemisiaHerba -Halba.</i>
Nom français	<i>Armoise blanche</i>
Nom scientifique	<i>Artemisia Herba –Halba</i>
Nom en arabe	<i>Chih</i>

VIII- Ecologie de la plante

L'armoise blanche présente une vaste répartition géographique couvrant, en Algérie, environ 4 millions d'hectares ; Arbrisseau méditerranéen qui abonde au Moyen-Orient, dans le Sud Algérien et au Maroc sur des sables profonds (Boullard, 2001).

L'*Artemisia herba alba* existe dans les bioclimats allant du semi-aride jusqu'à saharien .Elle semble indifférente aux altitudes et peut vivre dans les régions d'hiver chaud à frais.

Dans le sud, cette plante pousse sur les sols bruns steppiques de texture moyenne et en extrême sud sur les sols sableux. Elle résiste à la sécheresse, supporte le gypse et des niveaux de salinité modérément élevés (Nabli, 1989). Elle se développe dans les steppes argileuses où les précipitations sont de l'ordre de 200mm/an. Son développement est lié à la nature du sol. En effet il faut qu'il soit peu perméable, tassé et colmaté (Celles ,1980).

Accompagnée de l'alfa « *stipa tenacissima* », elle couvre souvent de très grandes superficies dans les hauts plateaux. Sa présence est plus fréquente en bordures des Oueds dans les dayas (Dépression de la steppe à sol imperméable qui sont des secteurs plus au moins humides) Elle constitue un moyen de lutte contre l'érosion et la désertification (Pouget,1989 ; Ayad et al., 2013).

VIII- Usage de la plante

Les applications biologiques et pharmacologiques des espèces de la famille des Asteraceae sont le résultat de leur importance dans la médecine traditionnelle et le fruit de plusieurs études chimiques et pharmacologiques. La majorité des applications biologiques et thérapeutiques des espèces de la famille des Asteraceae concernent des effets antimicrobiens, antifongique,...etc.

VIII-1-Usage phyto-thérapeutique

L'armoise blanche est une véritable panacée. Recommandé dans les troubles gastriques, le décocté des parties aériennes sont efficaces dans les cas de ballonnement intestinaux, de pyrosis, d'aérophagie et de constipation, soit essentiellement en cas des maladies du tractus digestif.

Depuis longtemps, l'*Artemisia herba alba* a été reconnue par les populations pastorales et nomades pour ses vertus purgatives. On l'utilise notamment comme vermifuge chez les ovins (Nabli, 1989). Elle est employée par les bédouins de Néguev (Israël) pour soulager les maux gastro-intestinaux (Friedman et al., 1986). En Irak également, l'armoise préparée avec le thé constitue l'une des formes d'automédication contre le diabète (Al-waili, 1986). Les tunisiens l'utilisent aussi comme un traitement antidiabétique. Elle est conseillée pour les affections du foie; le décocté de feuilles est bu à jeun suivi d'un verre de l'huile (Bouraoui, 2003). *Artemisia herba alba* est utilisée comme anti diarrhée, contre les crampes abdominales, et pour curatif des blessures externes (Feuerstein et al.,1986). Elle est utilisée contre le diabète et l'ictère (Marrif et al., 1995). Elle est recommandée pour des désordres neurologiques (Salah et al., 2005).

VIII-2-Usage alimentaire

En alimentation, l'*Artemisia herba alba* est considéré comme l'arôme de certaines boissons comme le thé ou le café (**Bendjilali et al.,1984**). Néanmoins, son usage dans l'industrie alimentaire reste très limité à cause de la toxicité de la bêta thujone dont le taux ne doit pas dépasser 5mg/kg (**Bendjilali et al.,1984**).

X- Composition chimique

Artemisia herba Alba est une plante riche en métabolites secondaires, parmi ces métabolites on trouve des constituants volatiles, l'huile essentielle et des constituants non volatiles tel que les flavonoïdes et sesquiterpènes lactones qui offrent une vertu médicinale. L'analyse photochimique a montré que la composition des huiles essentielles de l'*Artemisia herba alba* est riche en Monoterpène, triterpènes pentacyc -liques, santonines, coumarines et tanins (**Mohamed et al., 2010**).

X- 1-Composés poly phénoliques et flavonoïdes

La plante est riche en composés poly phénoliques, qui sont les meilleurs antioxydants, flavonoïdes et tanins. Le terme flavonoïde désigne une très large gamme des composés naturels appartenant à la famille des poly phénols, ils sont considérés comme des pigments quasiment universels des végétaux, souvent responsables de la coloration des fleurs (**Kheffach, 2015**).

Les principaux flavonoïdes isolés à partir de l'armoise herbe blanche sont : la hispiduline, la cirsimaritrine. Des flavones glycosidiques comme la 3-rutinoside, quercétine et isovitexine sont aussi mis en évidence (Aouadhi, 2010).

X-2-Sesquiterpènes lactones

Les sesquiterpènes lactones sont l'un des produits naturels les plus répandus chez les espèces d'*Artemisia* et largement responsable de l'importance de ces plantes en médecine et en pharmacie. Plusieurs types de structure des sesquiterpènes lactones ont été trouvés dans les parties aériennes d'*A. herba alba*. Eudesmanolides suivi des germacranolides semblent être les types de lactones les plus abondants et présents chez cette espèce. Il a été prouvé qu'en Algérie l'espèce *Artemisia herba alba* est riche en sesquiterpènes lactones (Mohamed et al., 2010).

XI -Généralités sur les huiles essentielles

XI -1- Définition

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes de substances organiques aromatiques liquides qu'on trouve naturellement dans diverse partie des végétaux. Elles sont concentrées, volatiles, non huileuses et sensibles à la décomposition sous l'effet de la chaleur

.Actuellement, leurs utilisations en parfumerie et en alimentation est considérables c'est pour cette raison que l'organisme de normalisation AFNOR NF et 150 ont donné une définition plus précise des huiles essentielles ; ces dernières sont des produits obtenus à partir distillation. L'huile essentielle est séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques (Beniklef .A. 2013.2014. in Belhdi, 2010).

Les huiles essentielles sont largement répandues dans le règne végétal et surtout chez les végétaux supérieurs, il y a 17500 espèces aromatiques. Les familles botaniques capables d'élaborer les constituants qui composent les huiles essentielles sont réparties dans un nombre limité des familles, Exemple : Myrtaceae (Girofie), Lauraceae (laurier), Rutaceae (citron), Lamiaceae (Menthe), Apiaceae (Coriandre), Zingiberaceae (Gingembre)..... etc. (Bellakhdar, J1997).

Les huiles essentielles peuvent être stockées dans tous les organes de la plante, par exemples dans les sommités fleuries (Menthe, Lavande) les feuilles (Eucalyptus, Laurier) les

rhizomes(Gingembre) les fruits (agrumes, badiane, anis), les racines (Vétiver), les graines (Muscades),bien que cela soit moins habituel dans des écorces (Cannelier)

XI -2-Historique

Les premières preuves de fabrication et d'utilisation des huiles essentielles datent de l'an 3000 avant, Les huiles essentielles semblent donc avoir accompagné la civilisation humaine depuis ses premières genèses, tout d'abord dans l'Orient et le Moyen Orient et par la suite au nord de l'Afrique et en Europe. Les hydrolats (eaux aromatiques) étaient utilisés en Inde il y a plus de 7000 ans. Les Arabes ont apporté une amélioration significative dans la chimie et dans la distillation des huiles (François).

Ainsi, vers l'an mille, Avicenne, médecin et scientifique persan, a défini précisément le procédé d'entraînement à la vapeur. L'Iran et la Syrie deviennent les principaux centres de production de divers types d'extraits aromatiques (**Bouguerra, 2012**). Nous pensons que le nom huile essentielle a été inventé au 16^{ème} siècle par le réformateur suisse de la médecine, Paracelsus von Hohenheim qui a appelé le composant efficace *essentia* de Quinta de droga. Trois mille huiles essentielles environ sont connues, dont environ 300 sont destinées à un usage commercial. Parallèlement, nous retrouvons l'utilisation de végétaux dans les pratiques thérapeutiques de ces diverses civilisations, selon différents stades évolutifs liés à leur utilisation (Randriannarivelo, 2010). (**Bellakhdar, J1997**)

XI -3- Rôle écologique des huiles essentielles

Les huiles essentielles possèdent un rôle écologique lors des interactions végétales, comme agents allélopathiques, c'est-à-dire inhibiteur de la germination mais lors des interactions végétal-animal, il s'agit aussi comme agent de protection contre les prédateurs tels que les insectes. Ils interviennent également, par leurs odeurs caractéristiques, dans l'attraction des pollinisateurs. Prouvées par la recherche scientifique moderne, les huiles essentielles (HE) ont des propriétés médicinales nombreuses et variées. Elles agissent quasiment dans tous les domaines de la santé et de la maladie. D'autres considèrent l'huile comme source énergétique, facilitant certaines réactions chimiques, conservent l'humidité des plantes dans les climats

XI -4- Méthodes d'extraction

Différentes méthodes sont mises en oeuvre pour l'extraction de essences végétales. En général le choix de la méthode d'extraction dépendra de la nature du matériel végétal à traiter (graines,

feuilles, ...), de la nature des composés (par exemple, les huiles essentielles, huiles lourdes....). Le rendement en huile et la fragilité de certains constituants des huiles aux températures élevées; Les principales méthodes d'extraction sont:

1. Distillation à vapeur saturée
2. Entraînement à la vapeur d'eau
3. Hydro.

Les étapes de l'extraction des huiles essentielles d'origine végétale restent identiques quelque soit le type d'extraction utilisé. Il est nécessaire dans un premier temps d'extraire de la matière végétale les molécules aromatiques constituant l'huile essentielle, puis dans un second temps de séparer ces molécules du milieu par distillation comme cela est explicité (**Marie Elisabeth et Lucchesi, 2005**)

XI -5- Caractéristiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles aident à traiter les petites indispositions de la vie de tous les jours. Outre leur action curative, elles opèrent de manière préventive en stimulant le système immunitaire afin que votre organisme lutte plus efficacement contre les infections bactériennes et virales. Parmi les propriétés les plus connues, on citera la propriété antiseptique. A l'heure où les germes microbiens deviennent de plus en plus résistants, ce qui implique pour l'industrie pharmaceutique de trouver des antibiotiques de plus en plus puissants (mais aussi de plus en plus destructeurs de la flore saprophyte responsable de notre immunité), les huiles essentielles offrent une véritable alternative (**Jean Botton, 1999**)

Leur efficacité se révèle en effet stable dans le temps et la preuve est faite tous les jours de leur grande efficacité, là où certains antibiotiques échouent désormais. (**Zabeirouhachimou, 2005**).

XI -6- Propriétés physiques et chimiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des liquides à température ordinaire, d'odeur aromatique très prononcée, généralement incolores ou jaune pâle à l'exception de quelques huiles essentielles (Ouali, 2016). Du fait de leur nature huileuse, ces produits sont très peu solubles dans l'eau, mais solubles dans les solvants organiques apolaires usuels, les huiles grasses, et dans les

alcools a titre élève et éther .La plupart des huiles sont plus légères, leur densité est en général inférieure à celle d'eau.

Elles contiennent des substances volatiles dans le végétal ce qui les déférences des huiles « fixes ». Toutes les huiles volatiles sont acres, très inflammables, très sensibles à l'oxydation et ont également tendance à se polymériser pour former des produits résineux (**Kezzouna.2015**)

XI -7-Activités biologiques et pharmacologiques

XI -7-1-Activité antioxydante

L'évaluation par un procédé chimique de la capacité antioxydante de l'Artemisia herba-alba a montré une forte activité antiradicalaire principalement des composés phénoliques (**Mansour, 2015**). Par contre des études sur les huiles essentielles ont montré une activité antiradicalaire modérée et faible, contrairement aux extraits. Cela pourrait être expliqué par l'absence de monoterpènes phénoliques tels que le thymol, le carvacrol, qui sont connus pour être associés à un fort pouvoir antioxydant (**Bourgouet al., 2015**).

XI -7-2-Activité hypoglycémiant

L'étude de l'activité hypoglycémique dans des nombreux articles publiés sur l'utilisation de l'huile essentielle d'A. *Herba-alba* dans le traitement du diabète sucré chez des rats diabétiques induits par l'alloxaneL'administration orale de 0,39 g/kg de poids corporel de la solution aqueuse d'Armoise herbe blanche montre une réduction significative de la teneur en glucose dans le sang. (**Tastekin, 2006**).

Le même effet a également été observé après l'administration de répaglinide (1mg/kg de poids corporel) et l'insuline ordinaire (0,1 UI / kg de poids corporel. Il est possible que la plante peut inverser les fonctions cataboliques de la carence en insuline, réduire la libération de glucagon ou d'augmenter celle de l'insuline, de stimuler la glycolyse directement dans les tissus périphériques, en effet Des études complémentaires sont nécessaires pour en savoir plus sur les mécanismes d'action hypoglycémiant de la plante (**Tastekin, 2006**).

XI -7-3-Activité antifongique

Dans le cadre de la recherche de substances naturelles antifongiques, des études sur l'activité fongitoxique des huiles essentielles d'Artemisia herba-alba a été évaluée.

L'huile essentielle utilisée dans une étude vis-à-vis quatre espèces fongiques, (*Botrytis cinerea*, *Fusariumculmorum*, *Helminthosporium*, *Alternaria*), a été caractérisée par un constituant principal le β -thujone (60,82%) suivi du chamazulene (16,65%). Cette huile a montré une bonne activité contre tous les champignons testés. Les cellules fongiques ont été étalées sur des boîtes de Pétri contenant le milieu SabourouxDextros Agar (SDA). L'activité antifongique a été évaluée en mesurant le diamètre de la zone d'inhibition de croissance en millimètres (**Bouchenaket *al.*, 2018**).

Une autre étude sur la germination des spores, l'allongement et la sporulation mycélienne en trois champignons, montre que la croissance du mycélium a été la plus sensible, suivie par la germination des spores et la sporulation des trois champignons étudiés.

XI -7-4-Activité antibactérienne

Il a été rapporté que l'activité antibactérienne des huiles de l'armoise blanche peut être expliquée par leurs richesses en composés oxygénés. (**Ghanmi, 2010**). Bien que l'action principale des huiles essentielles de l'*Artemisia herba-alba* comme antibactérien semble être centrée dans leur activité sur la membrane cellulaire, à la suite de leur caractère lipophile, les monoterpènes cycliques influent sur la perméabilité des membranes cellulaires contre tous les micro-organismes testés et sont un peu plus actifs contre les bactéries à Gram positif que Gram négatif (**Heleili et al., 2018 ; Bouzidi, 2016**). Il a été rapporté aussi que les monoterpènes provoquent une inhibition du métabolisme énergétique mitochondriale, notamment les oxydations phosphorylantes. Ce qui entraîne des perturbations dans les processus physiologique et biochimiques dans la cellule (**Bouzidi, 2016**).

XI -7-5-Activité insecticide

Le contrôle des insectes ravageurs reste très limité en raison de la non disponibilité des insecticides sans effet néfaste sur l'environnement. La recherche de nouvelles molécules bio-insecticide plus efficaces et moins polluantes s'avère donc nécessaire. Ainsi des essais sur les propriétés insecticides des huiles essentielles d'*A. herba-alba* sont menés dans le cadre de la lutte biologique contre *Tribolium castanum*, un grand ravageur des cultures agricoles. **Selon Chaieb, 2018** les résultats obtenus ont montré que cette huile a manifesté une bonne activité insecticide.

L'utilisation des huiles essentielles de l'A. herba-alba semble d'une grande importance dans la substitution des pesticides chimiques qui sont largement utilisés pour lutter contre ces insectes ravageurs (**Zaim, 2012**).

*Chapitre III : Activité larvicide de l'huile
essentielle d'Artemisia herba-alba à l'égard de
Culex pipiens et d'autres insectes*

Chapitre III : Activité larvicide de l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* à l'égard de *Culex pipiens* et d'autres insectes**I- Insecticides**

Les insecticides sont toutes les substances qui tuent les insectes, empêchent l'éclosion des œufs, altèrent le développement normal des larves ou la maturation sexuelle (Faurie et al. , 2003). C'est le plus important groupe de pesticides qui englobe plusieurs familles : les insecticides organochlorés, les insecticides carbamates, les insecticides organophosphorés, les insecticides végétaux et autres produits (Belmonte, 2005).

Les insecticides sont, aussi, définis comme des produits neurotoxiques qui exterminent les insectes nuisibles, notamment pour les plantes. Les insecticides sont destinés à être inhalés, touchés ou ingérés par l'insecte. Les insecticides, une fois en contact avec l'insecte, pénètrent dans son système nerveux et le tuent. Certains insecticides coupent la sensation de faim et l'insecte s'affame jusqu'à sa mort. D'autres insecticides agissent comme un poison ou étouffent l'insecte. Les insecticides peuvent également cibler les larves et les œufs d'insectes (Hordé, 2015).

II-Effets néfastes des insecticides

De par ses objectifs et son mode d'action, tout insecticide utilisé dans le milieu naturel a un impact écologique, plus ou moins important selon son efficacité, sa toxicité plus ou moins ciblée (Waage, 1989) et sa rémanence dans l'environnement, même s'il s'agit d'un produit dit d'origine naturelle ou microbienne (Toxine Bt par exemple) (Heikkiet al. , 2003).

Parfois l'insecticide tue aussi les prédateurs naturels de l'espèce-cible (ou les fait régresser), ce qui perturbe les réseaux trophiques, y compris des agro écosystème, dans les rizières notamment ou la prédation intra-guide peut être modifiée (Cohen et al., 1994). Les insecticides peuvent ainsi dégrader de nombreux services éco systémiques (via la régression des apidés et des papillons pollinisateurs par exemple) et paradoxalement favoriser la diffusion d'insectes parasites devenus résistants, dont par exemple *Nilaparvatalugens*, devenu le premier parasite du riz dans les rizières (Le Joshi et al., 1992). Ils contribuent aussi directement et indirectement au déclin du plancton aérien (Nebelet et al., 2010), à faire régresser les populations d'animaux insectivores (dont oiseaux tels qu'hirondelles et martinets) (Bohning-Gaese et al., 1993) et d'autre part à limiter l'efficacité des pesticides en favorisant des phénomènes de résistances aux insecticides (Mesléard et al., 2005). À titre d'exemple, on

a montré qu'en Camargue le fipronil était dans la nature fine inefficace pour limiter certaines espèces de moustiques qui y sont pourtant sensibles en laboratoire : ainsi, le fipronil destiné à tuer les larves de chironomes a aussi dans la nature un impact négatif sur leurs prédateurs invertébrés (et indirectement sur les vertébrés), d'où l'absence paradoxale de différence dans l'abondance des chironomes entre parcelles biologiques et parcelles traitées par le fipronil (**Mesléard *et al.*, 2005**). Dans les premières diffusions, l'espèce survit normalement, mais sans la seconde les insectes qui échappent aux pesticides ou devenus résistants se reproduisent d'autant mieux qu'ils ont moins de prédateurs et la surface des zones traitées diminue (**Mesléard *et al.*, 2005**) ; soit par intoxication via l'alimentation, soit via le manque de nourriture pour les insectivores ou prédateurs d'insectivores. Plus haut dans la chaîne trophique, certains oiseaux tels les hérons régressent aussi (**Mesléard *et al.*, 2005**). Les rizières conventionnelles ont donc une moindre valeur trophique que les rizières biologiques (**Mesléard *et al.*, 2005**).

L'utilisation massive d'insecticides a des conséquences néfastes sur les écosystèmes, en particulier l'apparition de la résistance chez les insectes ravageurs et des effets indésirables chez les espèces non-cibles comme les insectes dits bénéfiques et l'homme.

Ce phénomène compromet le contrôle à long terme des insectes ravageurs d'autant plus que le nombre d'espèces résistantes est en constante augmentation (**Figure : 23**). De plus, ces phénomènes de résistance apparaissent très tôt après l'application des insecticides comme chez la mouche domestique (**Lindquist *et al.*, 1948**). Il est donc nécessaire de comprendre les bases moléculaires de la résistance pour améliorer la lutte contre les insectes nuisibles dans le futur.

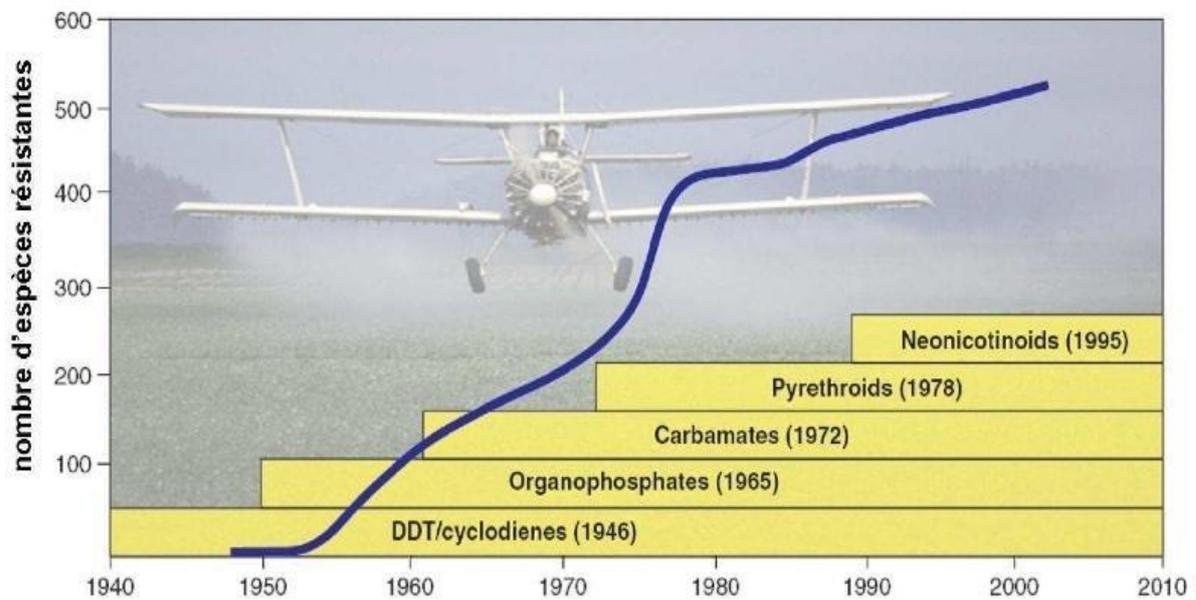


Figure23: Augmentation du nombre d'espèces résistantes aux insecticides au cours du temps (**Denholm et al. , 2002**)

La ligne bleue correspond au nombre d'espèces résistantes, les bandes jaunes signifient depuis quand la classe d'insecticides est utilisée et la date entre parenthèse l'année où la résistance a été documentée pour la première fois

III-Effet de la plante *Artemisia herba-alba* sur *Culex pipiens*

III -1-Effet de l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* sur les métabolites des larves L4 de *Culex pipiens*

Chez les insectes, les dépenses énergétiques tout en volant ou nageant ou exerçant n'importe quelle fonction vitale exigent la synthèse et la mobilisation des métabolites (protéines, glucides et lipides). Ces métabolites jouent un rôle essentiel dans la physiologie des insectes. Les glucides représentent une source d'énergie importante et servent à l'élaboration des produits génitaux et des structures membranaires. Les lipides représentent 35% de la composition des ovocytes chez l'*Aedes aegypti* (**Troy et al. , 1975**) Et 40% du poids sec des œufs (**Kawooya & Law, 1988**). Les protéines, à leur tour, jouent un rôle fondamental dans diverses réactions et peuvent assurer la catalyse biochimique, la régulation hormonale et s'intègrent dans la cellule en tant qu'éléments structuraux en même temps que les glucides et les lipides. Ces métabolites sont synthétisés dans le corps gras, (**Keely, 1985 ; Van Hensden & Law, 1989**) puis transportés vers les organes utilisateurs (**Chino et al. ,**

1981; Dapportoet *al.*, 2008; Zhou & Miesfeld, 2009) via l'hémolymphe (Downer, 1985; Keely, 1985). Plusieurs facteurs endocrines et neuroendocrines, sont impliqués dans ce processus comme l'hormone juvénile (Bell & Barth, 1971; Wilhelm & Lüscher, 1974; Giorgi, 1979; Wilson, 1982), l'ecdysone et des neuropeptides (Gade, 2004). Les résultats du dosage des différents métabolites chez les larves L4 de *Culex pipiens*, révèlent une perturbation quantitative de la composition biochimique des séries traitées au cours du développement. En effet, le taux de glucides et lipides a été augmenté contrairement aux protéines qui ont été significativement diminuées. Des effets similaires ont été enregistrés lors du traitement avec le même produit à l'égard de *Culiseta longiareolata* (Bouazizet *al.*, 2011). Des inhibiteurs de la synthèse de la chitine entraînent les mêmes observations chez certains ordres d'insectes tels que les lépidoptères par le diflubenzuron (DFB) (Soltani & Soltani-Mazouni, 1992). Les mêmes effets ont été enregistrés après traitement, par d'autres inhibiteurs de la synthèse de la chitine, sur certaines espèces de coléoptères (Soltani-Mazouni *et al.*, 1999; Ghoneimet *al.*, 2003) comme chez certains orthoptères (Bakret *al.*, 2007; Ghoneimet *al.*, 2012; Hamadahet *al.*, 2012; Tananiet *al.*, 2012; Hamadah, 2014). Quelques composés des benzoylurés ont, diminués la quantité de certains métabolites (Ghoneimet *al.*, 2005; Mervat *et al.*, 2010; Assaret *al.*, 2010). Les perturbations quantitatives observées dans ce travail, peuvent être liés à la capacité des I.G.Rs de modifier la synthèse ou le transport de certains métabolites et de perturber le fonctionnement de l'organisme (Leonardiet *al.*, 2001; Rodriguez-Ortega *et al.*, 2003). La diminution des protéines dans la présente étude peuvent être liée à leur contribution à la formation des enzymes de détoxification suite à l'exposition des larves au produit toxique. Les protéines peuvent se lier aux composés étrangers en tant qu'enzyme de détoxification (Merzendenrofet *al.*, 2012), et par conséquent la diminution de protéines peuvent refléter la diminution de l'activité de ces enzymes (Kyung & Kim, 1990).

III -2- Etude de la toxicité des extraits aqueux d'*Artemisia herba-alba* sur les larves L4 de *Culex pipiens*

III -2-1- Toxicité de l'extrait d'*Artemisia herba-alba* sur les larves de *Culex pipiens* après 24h, 48h et 72h d'exposition

La variation du pourcentage de mortalité des larves de *Culex pipiens* en fonction des 3 concentrations utilisées (300mg /l, 500mg/l et 900mg/l) et ceci après 24h, 48 h et 72h d'exposition. En effet après 24 heures de contact avec l'insecticide; la mortalité atteint (41%)

pour la dose de 900 mg / l contre 21% pour la dose de 200 mg / l. Après 48 heures d'exposition, la dose de 900 mg/l donne 50% de mortalité et enfin une mortalité avoisinant les 100% a été enregistrée (94%) après 72 heures d'exposition à une dose de 900 mg / l.

III -2-2-Régression linéaire d'*Artemisia herba-alba* de 24h, 48h et 72 heures

Les données de la droite de régression, et les deux intervalles de confiance. On observe ainsi une tendance linéaire montrant une corrélation entre l'augmentation de la concentration des extraits et le prolongement du temps d'exposition.

III -2-3- Etude comparative des doses utilisées d'*Artemisia herba-alba* sur les larves de *Culex pipiens* après 24h, 48h et 72h d'exposition

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4^{ème} stade de *Culex pipiens* montre un effet dose très hautement significatif ($p < 0,001$) révélant ainsi, des différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations d'*Artemisia herba alba* utilisées après 24h d'exposition avec un $F= 37,953$.

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4^{ème} stade de *Culex pipiens* montre un effet dose très hautement significatif ($p < 0,001$) révélant ainsi, des différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations d'*Artemisia herba alba* utilisées après 48h d'exposition avec un $F= 18,742$.

L'analyse de la variance de la mortalité des larves du 4^{ème} stade de *Culex pipiens* montre un effet dose très hautement significatif ($p < 0,001$) révélant ainsi, des différences d'action en terme de mortalité entre les trois concentrations d'*Artemisia herba alba* utilisées après 72h d'exposition avec un $F= 9,049$.

III -2-4-Etude des paramètres toxicologiques d'*Artemisia herba-alba* pendant 24h, 48h et 72 h d'exposition

Les Larves du 4^{ème} stades de *Culex pipiens* exposés pendant 24h, 48h et 72h à l'extrait d'*Artemisia herba alba* présentent des moyennes de mortalités corrélées aux doses utilisées. La mortalité larvaire de *Culex pipiens* après le traitement avec l'extrait d'*Artemisia herba alba* est présentée dans le tableau 5; les valeurs de CL50 et CL90 correspondantes sont 1625mg / l et 3814mg / l après 24 heures de contact, suivi de 728mg / l et 2515mg / l après 48 heures et enfin 347mg / l et 1100mg / l après 72 heures exposition. Les coefficients de

détermination correspondant à 24h, 48h et 72h d'exposition sont respectivement 0,81, 0,69 et 0,91 (AOUATI,2016).

Les résultats obtenus dans notre présente étude corroborent les expérimentations menées par **Hifnawy et al, (2006)** sur l'utilisation de l'extrait d'*Artemisia herba halba* à l'égard des larves de culicidae ; un effet larvicide positif est observé, ce qui suggère qu'un ou plusieurs composants de cette plante lui confèrent une propriété toxicologique létale à l'égard des larves de culicidae.

III-3- Effet larvicide de l'huile essentielle d'*Artemisia herba –alba* à l'égard de *Culex pipiens*: Aspect toxicologique

Nous avons effectués un test de toxicité de *Artemisiahalba alba* sur les larves de *Culex pipiens* et *Aedescaspis* vecteur du West-Nile et du virus de la fièvre de la vallée du rift, et la dengue fièvre jaune et filaires en utilisant les huiles essentielles, les extraits méthanoliques.

les résultats de **Djekidel et Ben bahaz en 2016**, la concentration de l'extrait méthanolique de l' Armoise récolté à la région de Laghouat a induit la mortalité de 50% de l'effectif des larves de *Culex pipiens* était de 60 ml/L. la mortalité des larves pour l'extrait d'*Artemisia sp* commence à partir de la concentration 12.3 (ml/l), donc L'effet toxique d'*Artemisia campestris* sur les larves de *Culex pipiens* commence à partir des concentrations élevées.

En (**Djekidel et Benbahaz, 2016**) l'huile essentielle d'*Artemisiacompestris* a une efficacité différente sur les larves des *Culex pipiens* et l'*Anophélesergentiisergentii* : - Pour l'*Anophélesergentii.sergentii* l'huile d'*Artemisia* n'a aucun effet avant la concentration 0.025 (ml/l). - Pour *Culex pipiens* l'huile d'*Artemisia* n'a aucun effet avant la concentration 0.125 (ml/l). Donc l'huile essentielle d'*Artemisia campestris* est efficace sur les larves des *Culex pipiens* et l'*Anophèle sergentii sergentii*, mais le genre d'*Anophèle* est le plus sensible à cette huile, car la (CL 100) pour l'*Anophèle sergentii sergentii* est 0.075(ml/l), alors que la (CL 100) pour *Culex pipiens* est 0.625 (ml/l).

IV- Effet de la plante *Artemisia herba-alba* sur d'autres insectes

IV-1-Effet de l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* sur la mortalité de *Meloidogyneincognita*

D'après les résultats consignés l'huile essentielle de plante testée herba alba présentent une activité nématocide à l'égard de *Meloidogyne incognita*. Cette activité augmente lorsque la concentration et la période de l'exposition augmentent également. Ainsi, à une dose plus élevée (800 µl/l) et après une période d'exposition de 72 heures, le pourcentage de mortalité corrigé est de 100% pour celle de *Artemisia herba alba*. Aux doses moyennes (200 µl/l et 400 µl/l) et après 72 heures de traitement, ces pourcentages dépassent 60% de mortalité chez *Artemisia herba alba*.

Avec une concentration (100 µl/l) pour 72 heures d'exposition, les taux de mortalité des juvéniles sont inférieurs à 50% pour l'huile d'*Artemisia herba alba*.

Enfin, aux faibles doses (50 µl/l) le pourcentage de mortalité après 72 heures d'exposition est en dessous de 50% (35.39%) pour l'huile d'*Artemisia herba alba*.

Pour les témoins, la majorité des larves sont restées vivantes; seulement 1.33% à 4.33% étaient inactives. Il est à signaler que toutes les doses ont montré une mortalité nettement supérieure à celle des témoins, ce qui laisse supposer que toutes les doses exceptée la dose 50µl/l de l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* (MEZERKET, 2009).

IV-2-Effet de l'huile essentielle *Artemisia herba-alba* sur la mortalité des adultes d'*Ephestiakuehniella*

L'huile essentielle extraite par hydrodistillation des feuilles de la plante aromatique, *Artemisia herba-alba*, cueillie à Tébessa (Algérie), a été testée à différentes doses (1 et 3µl/ml d'acétone) sur le ravageur *Ephestiakuehniella*, afin d'estimer son activité insecticide sur la mortalité des adultes. Les résultats obtenus montrent clairement les propriétés insecticides de cette huile, puisque le taux de mortalité augmente significativement en fonction des doses testées et de la durée d'exposition, par rapport aux témoins. Selon le facteur dose, l'effet est hautement significatif en administrant la dose 3µL/mL d'acétone avec $p=0,006$. Selon le facteur durée d'exposition, les analyses statistiques ne montrent aucun effet significatif sur la mortalité des adultes au premier jour du traitement ($p=0,3$) alors qu'un effet hautement significatif est enregistré au but du 3eme jours.

IV-3-Effet de l'huile essentielle *Artemisia herba-alba* sur la reproduction des adultes d'*Ephestiakuehniella*

Pour évaluer l'effet de l'huile essentielle sur la reproduction des adultes d'*Ephesiakuehniella*, les chrysalides sont traitées dès leur exuviation nymphale.

IV-3-1- Effet de l'huile essentielle *Artemisia herba-alba* sur la période de développement nymphal

Notre travail montre que l'application de l'huile essentielle sur les chrysalides, prolonge leur durée de développement nymphal par rapport aux témoins. Effectivement, le test « t » de Student révèle un effet significatif avec la dose 1µL/mL d'acétone (p= 0,049) et un effet hautement significatif avec la dose 3µL/mL d'acétone (p= 0), où les nymphes ne s'exuvient qu'après 13,66 ± 0,57 jours par rapport à 7,33 ± 0,57 chez les témoins.

IV-3-2- Effet de l'huile essentielle *Artemisia herba-alba* sur la période de préoviposition

Les résultats obtenus, après l'application topique de l'huile essentielle sur les chrysalides, montrent que l'effet sur la période de préoviposition n'est significatif qu'avec la dose 3µL (p= 0,01) par rapport aux témoins.

IV-3-3-Effet de l'huile essentielle *Artemisia herba-alba* sur la période d'oviposition

Juste après l'accouplement, la femelle témoin commence sa ponte après 1,33 ± 0,33 jours. Cette ponte dure environ 3,33 ± 0,57 jours chez les témoins. Notre expérimentation montre qu'en plaçant le papier imbibé avec la dose 1µL d'huile essentielle, la période d'oviposition passe à 1,66 ± 1,15 (p=0,15) et à 1,00 ± 0,00 (p= 0,02), respectivement avec les deux doses administrées(**DELIMI et al.2013**).

CONCLUSION

Conclusion

Plusieurs moyens de lutte anti-moustiques sont exploités, entre autres, l'utilisation des insecticides chimiques. Néanmoins, ces derniers ont un impact nocif sur la santé et l'environnement. Ainsi, le recours à des alternatives naturelles jouant le même rôle que les insecticides synthétiques et présentant des avantages écologiques et économiques, au vu de nombreux chercheurs, s'avère nécessaire.

L'armoise blanche « *Artemisia herba-alba* » est une plante médicinale et aromatique, utilisée depuis longtemps. Elle n'est pas exploitée à l'échelle qui se doit, malgré ses effets biologiques potentiels. Notre étude bibliographique est axée sur l'effet insecticide d'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba*, obtenue par hydrodistillation, sur les larves de *Culex pipiens*.

La présente étude bibliographique montre l'importance d'utilisation d'*Artemisia herba-alba* dans la lutte contre les moustiques *Culex pipiens*, à cause de ses propriétés larvicides. Elle pourrait, donc, constituer une alternative moins coûteuse pour son application dans la production des bioinsecticides.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES*. A*

Aouati A., 2016- Etude de la toxicité de certaines plantes sur les larves de culex pipiens(Diptera, Culicidae). These en vue de l'obtention du diplôme de doctorat en sciences spécialité : entomologie. Universite Des FreresMentouri faculté des sciences de la nature et de la vie, département de Biologie Animale

Andreo, 2003. Evaluation du potentiel larvicide des extraits organiques d'Artemisiacampestris à l'égard de Culex pipiens (Mémoire de master en biochimie appliquée. Département de la biologie appliquée. Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Larbi Tébessi –Tébessa).

Anonyme 1, 2017- https://fr.wikipedia.org/wiki/Nicotiana_tabacum.

Anonyme 2, 2018- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Moustique>.

Amraoui, 2012. Evaluation du potentiel larvicide d'huile essentielle de Rosmarinusofficinalis à l'égard de Culex pipiens. (MEMOIRE DE MASTER en Biochimie Appliquée. Département de Biologie Appliquée. Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie.

AIDOUD. A,1989, Les écosystèmes armoise blanche (Artemisia herba). Mémoire de master académique, Variation du comportement physiologique et biochimique chez deux espèces du genre Artemisia (Artemisia herba alba et Artemisiacampestris) sous la contrainte saline. UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - MSILA, DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES, FILIERE: SCIENCES AGRONOMIQUE, spécialité : PRODUCTION VEGETAL, 2017-2018.

Aïssaoui L. Boudjelida H.(2014). Larvicidalactivity and influence of Bacillus thuringiensis (Vectobac G), on longevity and fecundity of mosquito species.Euro. J. Exp. Bio., 4 (1): 104-109. alba.faculté des sciens de la natureet de vie, Université ferhat ABBAS sétif1.

Ayitchedji, 1990) .Étude Biométrique sur des larves de culex pipiens Exposées aux Extraits Des plantes. (Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master de Biologie,

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Evolution et Contrôle Des Populations d'Insectes. Département de Biologie animal. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université des Frères Mentouri Constantine).

Aïssaoui L. Boudjelida H.(2014). Larvicidal activity and influence of *Bacillus thuringiensis* (Vectobac G), on longevity and fecundity of mosquito species. *Euro. J. Exp. Bio.*, 4 (1): 104-109. alba.faculté des sciens de la nature et de vie, Université ferhat ABBAS sétif1.

Awosolu O., Adesina F and Iweagu M. (2018). Larvicidal effects of croton (*Codiaeum variegatum*) and Neem (*Azadirachta indica*) aqueous extract against *Culex* mosquito. *International Journal of Mosquito Research*. **5**(2): 15-18.

AOUATI, A. (2016). Etude de la toxicité de certaines plantes sur les larves de *Culex pipiens* (Diptera, Culicidae). Thèse doctorat. UNIVERSITE DES FRERES MENTOURI. 150p.

B

Berchi, 2000. Biodiversité et typologie des gîtes larvaires des Diptère Culicidae de la région de Bensekrane (Tlemcen), extrême ouest algérien. (Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme de Master en Ecologie végétal et environnement. Département d'Ecologie et Environnement. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de L'Univers. Université Abou Bekr Belkaïd – Tlemcen

Bouderhem, 2015. Evaluation du potentiel larvicide des extraits organiques d'*Artemisia campestris* à l'égard de *Culex pipiens* (Mémoire de master en biochimie appliquée. Département de la biologie appliquée. Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Larbi Tébessi

Benkalfate, 1991. Etude biométrique et histologique sur des larves de *Culex pipiens* Linnée, 1758 (Diptera, Culicidae) Exposées aux extraits aqueux de plantes. THESE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT 3EME CYCLE en Biodiversité et Écologie des Arthropodes. Département de Biologie Animale. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université des Frères Mentouri Constantine.

Berrah et Ahcene, 2016. Evaluation du potentiel larvicide d'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* à l'égard de *Culex pipiens*. (Mémoire de master en biochimie appliquée. Département de la biologie appliquée. Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Larbi Tébessi –Tébessa).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bouguerra A., 2012. Etude des activités biologiques de l'huile essentielle extraite des graines de *Foeniculumvulgare* Mill. en vue de son utilisation comme conservateur alimentaire, Mémoire de Magister en Sciences Alimentaires, Université Mentouri -Constantine, Algérie. 66p.

Bussieras et Chermette, 1991.(In BRAKNI et DOUIB, 17-06-2019). Evaluation du potentiel larvicide des extraits organiques d'*Artemisiacampestris* à l'égard de *Culex pipiens* (Mémoire de master en biochimie appliquée. Département de la biologie appliquée. Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Larbi Tébessi – Tébessa)

Bouderhem, 2015. (In BRAKNI et DOUIB, 17-06-2019). Evaluation du potentiel larvicide des extraits organiques d'*Artemisiacampestris* à l'égard de *Culex pipiens* (Mémoire de master en biochimie appliquée. Département de la biologie appliquée. Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la vie.

Beniklefabouseyf 2013.2014.comparaissant entre les huiles essentielles et leurs effets antipactériens sur *Rosmarinusofficinalis* de la région de Becher et Ouargla p 09.04.

Belakhdar J (1997) : La pharmacopée marocaine traditionnelle. Idis PRESS(Ed). Paris, p. 764

Bouzidi N. (2016). Etude des activités biologiques de l'huile essentielle de l'armoise blanche « *Artemisia herba alba* Asso ». Thèse de Doctorat, Université Mustapha Stambouli de, Mascara.

Balenghien, 2006.(In ZERROUG SARRA, s.d).Etude biométrique et histologique sur des larves de *Culex pipiens*Linnée, 1758 (Diptera, Culicidae) Exposées aux extraits aqueux de plantes. THESE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT 3EME CYCLE en Biodiversité et Écologie des Arthropodes. Département de Biologie Animale. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université des Frères Mentouri Constantine.

Bawin T., Seye F., Boukraa S., Zimmer J., Delvigne F. et Francis F., 2014. La lutte contre les moustiques (Diptera: Culicidae): diversité des approches et application du contrôle biologique .

bendjilal. B, Richard. H; Ldddle.P:chémotypes d'armoise blanche. Mémoire de master académique, Variation du comportement physiologique et biochimique chez deux espèces du

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

genre *Artemisia* (*Artemisia herba alba* et *Artemisiacampestris*) sous la contrainte saline. UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - MSILA, DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES, FILIERE: SCIENCES AGRONOMIQUE, spécialité : PRODUCTION VEGETAL, 2017-2018.

Baba Aissa F.,2000: Encyclopédie des plantes utiles. Flore d'Algérie et du Maghreb. Mémoire de master académique, Variation du comportement physiologique et biochimique chez deux espèces du genre *Artemisia* (*Artemisia herba alba* et *Artemisiacampestris*) sous la contrainte saline. UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - MSILA, DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES, FILIERE: SCIENCES AGRONOMIQUE, spécialité : PRODUCTION VEGETAL, 2017-2018.

Bouchenak, F., Degaichia, H., Lamgharbi, A., et Benrebiha, F. (2018): Evaluation In Vitro du Potentiel Antifongique de l'huile essentielle et des extraits méthanoliques d'une Asteraceae, *ArtemisiaAbsinthium* L. Revue Agrobiologia 8(1): 886-895. Mémoire de master, Evaluation du potentiel larvicide d'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* à l'égard de *Culex pipiens* Université Larbi Tébessi-Tébessa-, Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la vie Département de Biologie Appliquée, Spécialité Biochimie Appliquée, 2019.

Benkalfate, 1991.(In ZERROUG SARRA, s.d).Etude biométrique et histologique sur des larves de *Culex pipiens*Linnée, 1758 (Diptera, Culicidae) Exposées aux extraits aqueux de plantes. THESE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT 3EME CYCLE en Biodiversité et Écologie des Arthropodes. Département de Biologie Animale. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université des Frères Mentouri Constantine.

Bouderhem A. (2015).Effet des huiles essentielles de la plante *Laurusnobilis* sur l'aspect Toxicologique et morphométrique des larves des moustiques (*Culex pipiens* et *Culisetalongiarealata*). Mémoire de Master, Université EchahidHamma Lakhdar, El-Oued.

Bakr et al., 2007; Ghoneimet al., 2012; Hamadah et al., 2012; Tanani et al., 2012; Hamadah, 2014. (in DJEGHADER, 2013-2014). Impact d'un régulateur de croissance des insectes, novaluron sur *Cule x pipiens*, aspects: développemental, structural et hormonal. Thèse Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat 3ème cycle en Biologie Animale Environnementale, Option: Physiotoxicologie. Département de Biologie. Faculté des Sciences. UNIVERSITE BADJI MOKHTAR – ANNABA-.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bouzeraa, H., Bessila-Bouzeraa M, Labed N, Sedira F and Ramdani L. (2018). Evaluation of the insecticidal activity of Artemisia herba alba essential oil against *Plodia interpunctella* and *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera, Pyralidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*; 6(5): 145-150.

Bell & Barth, 1971; Wilhelm & Lüscher, 1974; Giorgi, 1979; Wilson, 1982. (in DJEGHADER, 2013-2014). Impact d'un régulateur de croissance des insectes, novaluron sur *Culex pipiens*, aspects: développemental, structural et hormonal. Thèse Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat 3ème cycle en Biologie Animale Environnementale, Option: Physiotoxicologie. Département de Biologie. Faculté des Sciences. UNIVERSITE BADJI MOKHTAR – ANNABA-.

Bouazizet al. , 2011. (in DJEGHADER, 2013-2014). Impact d'un régulateur de croissance des insectes, novaluron sur *Culex pipiens*, aspects: développemental, structural et hormonal. Thèse Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat 3ème cycle en Biologie Animale Environnementale, Option: Physiotoxicologie. Département de Biologie. Faculté des Sciences. UNIVERSITE BADJI MOKHTAR – ANNABA-.

Bloomquist, 1996.(In BOUZERIDA, MANDI et LAHLOUH, 05 /06/2016). La lutte biologique contre les insectes nuisibles : Utilisation des plantes et des extraits de plantes. (Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master en Toxicologie et Santé. Département de Biologie Animale. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université des Frères Mentouri Constantine).

Bohning-Gaese et al. , 1993.(In BOUZERIDA, MANDI et LAHLOUH, 05 /06/2016). La lutte biologique contre les insectes nuisibles : Utilisation des plantes et des extraits de plantes. (Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master en Toxicologie et Santé. Département de Biologie Animale. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université des Frères Mentouri Constantine).

Belmonte, 2005. (In BOUZERIDA, MANDI et LAHLOUH, 05 /06/2016). La lutte biologique contre les insectes nuisibles : Utilisation des plantes et des extraits de plantes. (Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master en Toxicologie et Santé. Département de Biologie Animale. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université des Frères Mentouri Constantine).

C

Clements, 1996;Boudko et al. , 2001 Etude biométrique et histologique sur des larves de *Culex pipiens* Linnée, 1758 (Diptera, Culicidae) Exposées aux extraits aqueux de plantes. THESE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT 3EME CYCLE en Biodiversité et Écologie des Arthropodes. Département de Biologie Animale. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université des Frères Mentouri Constantine.

CELLES. J. C - Biologie et écologie végétales des régions arides univ de Nice.1980, 1-20. Mémoire de master académique, Variation du comportement physiologique et biochimique chez deux espèces du genre *Artemisia* (*Artemisia herba alba* et *Artemisiacampestris*) sous la contrainte saline. UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF – MSILA, DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES, FILIERE: SCIENCES AGRONOMIQUE, spécialité : PRODUCTION VEGETAL, 2017-2018

Cailly P., 2011. Modélisation de la dynamique spatio-temporelle d'une population demoustiques, sources de nuisances et vecteurs d'agents pathogènes, Thèse de Doctorat, Ecole Nationale Vétérinaire Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes Atlantique

Charles L. F. et De Barjac H., 1981-histopathologie de l'action de la t5-endotoxine de *bacillustl-iuringiensis var- israelensis* sur les larves d'*aedesaegypti* (Dip. : Culicidae). entomophaga26

Chino et al. , 1981; Dapporto et al. , 2008; Zhou &Miesfeld, 2009. (in DJEGHADER, 2013-2014). Impact d'un régulateur de croissance des insectes, novaluron sur *Cule x pipiens*, aspects: développemental, structural et hormonal. Thèse Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat 3ème cycle en Biologie Animale Environnementale, Option: Physiotoxicologie. Département de Biologie. Faculté des Sciences. UNIVERSITE BADJI MOKHTAR – ANNABA-.

D

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Diakite B., 2008. La Susceptibilité des larves d'AnophelesGambiae S.L. a des extraitsde plantes Médicinales du Mali, Thèse doctorat en médecine, Université de Bamako,République du Mali.

DELIMI,A .,TAIBI,F ., FISSAH,A ., GHERIB,S ., BOUHKARI, M et CHEFFROUR, A. (2013). Bio-activité des huiles essentielles de l'Armoise blanche Artemessia herba alba : effet sur la reproduction et la mortalité des adultes d'un ravageur des denrées stockées Ephestiakuehniella (Lepidoptera). Afrique SCIENCE 09(3) 82 – 90 82 ISSN 1813-548X,

Djekidel F. et Ben bahaz N., (2016).Effet de trois plantes médicinales à l'égard de trois espèces des Culicidées dans la région de Laghouat, de Biologie, Faculté des Sciences mémoire de Master Département Parasitologie et interactions négatives, Université Amar TelidjiLaghouat, Algérie. 10-12-55-56-57-60p.

E

El-Bokl, M (2016) : Toxicity and bioefficacy of selected plant extracts against the mosquito vector Culexpiens L. (Diptera: Culicidae). Journal of Entomology and ZoologyStudies. 4(2). 483-488.

Eldridge B. F. and Edman J. D., 2000- MedicalEntomology. Kluwer Academic Publisher.

Eloukili Mohamed,2013, valeur nutritive de l'armoise blanche (Artemisia herba alba) comparée à l'unité fourragère de l'orge, master de science des aliments, université-Tlemcen, 38. Mémoire de master académique, Variation du comportement physiologique et biochimique chez deux espèces du genre Artemisia (Artemisia herba alba et Artemisiacampestris) sous la contrainte saline. UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - MSILA, DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES, FILIERE: SCIENCES AGRONOMIQUE, spécialité : PRODUCTION VEGETAL, 2017-2018.

Eloukili Mohamed,2013, valeur nutritive de l'armoise blanche (Artemisia herba alba) comparée à l'unité fourragère de l'orge, master de science des aliments, université-Tlemcen, 38. Mémoire de master académique, Variation du comportement physiologique et biochimique chez deux espèces du genre Artemisia (Artemisia herba alba et Artemisiacampestris) sous la contrainte saline. UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - MSILA, DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES, FILIERE: SCIENCES AGRONOMIQUE, spécialité : PRODUCTION VEGETAL, 2017-2018.

F

Faye O., 2018- Les moustiques, morphologie, biologie, et role vecteur. Laboratoire Ecologie Vectorielle et parasitaire Faculté des sciences et techniques Université C. A. D., Dakar.

FAO, (2013), Directives pour la prévention et la gestion de la résistance aux pesticides, Code international de conduite pour la distribution et l'utilisation des pesticides. 3p.

Faurie et al. , 2003.(In BOUZERIDA et MANDI, LAHLOUH, 05 /06/2016). La lutte biologique contre les insectes nuisibles : Utilisation des plantes et des extraits de plantes. (Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master en Toxicologie et Santé. Département de Biologie Animale. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université des Frères Mentouri Constantine).

G

Goislard C., 2012. Les Répulsifs Anti-Moustiques à L'officine, Thèse de Doctorat en Pharmacie, Université Angers UFR Sciences Pharmaceutiques et Ingénierie de La Pharmacie, Santé.

Gillies M. T., De Meillon B., 1968- The Anophelinae of Africa south of the Sahara Ethiopian

Guèye A., 2013- Techniques de capture et d'identification des moustiques (Diptera : Culicidae) vecteurs de la fièvre de la vallée du Rift. Support pédagogique, service de bio-écologie et pathologies parasitaires (BEPP). Institut Sénégalais de recherches agricoles laboratoire national d'élevage et de recherches vétérinaires

Goudjil M.B., (2016), Composition chimique, activité antimicrobienne et antioxydante de trois plantes aromatiques, Thèse de doctorat (LMD) ; Ouargla P3.4.5.

Gade, 2004. (in DJEGHADER, 2013-2014). Impact d'un régulateur de croissance des insectes, novaluron sur *Culex pipiens*, aspects: développemental, structural et hormonal. Thèse Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat 3ème cycle en Biologie Animale Environnementale, Option: Physiotoxicologie. Département de Biologie. Faculté des Sciences. UNIVERSITE BADJI MOKHTAR – ANNABA-.

Ghoneimet al. , 2005; Mervat et al. , 2010; Assar et al. , 2010. (in DJEGHADER, 2013-2014). Impact d'un régulateur de croissance des insectes, novaluron sur *Culex pipiens*,

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

aspects: développemental, structural et hormonal. Thèse Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat 3ème cycle en Biologie Animale Environnementale, Option: Physiotoxicologie. Département de Biologie. Faculté des Sciences. UNIVERSITE BADJI MOKHTAR – ANNABA-.

H

Heikki et al. , 2003.(In **BOUZERIDA et MANDI, LAHLOUH, 05 /06/2016**). La lutte biologique contre les insectes nuisibles : Utilisation des plantes et des extraits de plantes. (Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master en Toxicologie et Santé. Département de Biologie Animale. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université des Frères Mentouri Constantine). <https://fac.umc.edu.dz/snv/faculte/biblio/mmf/2016/201.pdf>

Hifnawy M.S., Rashwan O.A., Rabeh M.A., (2006).Comparative chemical and biological investigations of certain essential oils belonging to families Asteraceae, Lamiaceae and Graminae". Bull. Fac. Pharm. Cairo Univ., 39: 35-53.

I

In Maifi et Sakher, 2018.(Evaluation du potentiel larvicide d'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* à l'égard de *Culex pipiens*. (Mémoire de master en biochimie appliquée. Département de la biologie appliquée. Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Larbi Tébessi –Tébessa).

J

Jamaleddine M., 2010. Extraction et caractérisation de la Composition des Huiles Essentielles de *Juniperus phoenicea* et *Juniperus oxycedrus* du Moyen Atlas, Thèse de Master en Sciences et Techniques, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Algérie. 21p.

K

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Kemassi A. 2011 Evaluation de l'effet larvicide de l'extrait aqueux de *Euphorbia guyoniana* (Boiss. & Reut.) (Euphorbiaceae). El Wahat pour les Recherches et les Etudes Vol.8 n°1: 44 à 61

KNIGHT et STONE, 1977 in Berchi, 2000. 2017). Biodiversité et typologie des gîtes larvaires des Diptère Culicidés de la région de Bensekrane (Tlemcen), extrême ouest algérien. (Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme de Master en Ecologie végétal et environnement. Département d'Ecologie et Environnement. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de L'Univers. Université Abou Bekr Belkaïd - Tlemcen).

Kettle, 1995. Evaluation du potentiel larvicide des extraits organiques d'*Artemisia campestris* à l'égard de *Culex pipiens* (Mémoire de master en biochimie appliquée. Département de la biologie appliquée. Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Larbi Tébessi

Kezzouna R., 2015. Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* L., Mémoire de Master en Génie des procédés, Université Mohamed Khider - Biskra, Algérie. 96p.

Ketoh G.K., Koumaglo H.K., Glitho I.A. & Huignard J. (2016). Comparative effects of *Cymbopogon schoenanthus* essential oil and piperitone on *Callosobruchus maculatus* development. *Fitoterapia*, 77, 506-510.

Kawooya & Law, 1988. (in DJEGHADER, 2013-2014). Impact d'un régulateur de croissance des insectes, novaluron sur *Culex pipiens*, aspects: développemental, structural et hormonal. Thèse Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat 3ème cycle en Biologie Animale Environnementale, Option: Physiotoxicologie. Département de Biologie. Faculté des Sciences. UNIVERSITE BADJI MOKHTAR – ANNABA-.

Kyung & Kim, 1990. (in DJEGHADER, 2013-2014). Impact d'un régulateur de croissance des insectes, novaluron sur *Culex pipiens*, aspects: développemental, structural et hormonal. Thèse Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat 3ème cycle en Biologie Animale Environnementale, Option: Physiotoxicologie. Département de Biologie. Faculté des Sciences. UNIVERSITE BADJI MOKHTAR – ANNABA-.

ℒ

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Line ,1753. Étude Biométrique sur des larves de culex pipiens Exposées aux Extraits Des plantes (Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master en Biologie, Evolution et Contrôle Des Populations d'Insectes. Département de la Biologie animal. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université des Frères Mentouri Constantine).

Lee S.E., Lee R.H., Choi W.S., Park B.S., Kim J.G. & Campbell B.C.)2001(.Fumigant toxicity of volatile natural products from Korean spices and medicinal plants towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L). *Pest. Manag. Sci.*, 57, 548-553.

Leonardiet al. , 2001; Rodriguez-Ortega et al. , 2003. (in DJEGHADER, 2013-2014). Impact d'un régulateur de croissance des insectes, novaluron sur *Cule x pipiens*, aspects: développemental, structural et hormonal. Thèse Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat 3ème cycle en Biologie Animale Environnementale, Option: Physiotoxicologie. Département de Biologie. Faculté des Sciences. UNIVERSITE BADJI MOKHTAR – ANNABA-.

M

Muriel, 2005.). Evaluation du potentiel larvicide d'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* à l'égard de *Culex pipiens*. (Mémoire de master en biochimie appliquée. Département de la biologie appliquée. Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Larbi Tébessi –Tébessa).

Mondet B., 1993- Application de la méthode de Polovodova à la détermination de l'âge physiologique des *Aedes* (diptera : Culicidae) vecteurs de la fièvre jaune. *Ann Soc Entomol Fr.*29, 61-76.

Mohamed, A., Magdi H., El-Sayed A., Hegazy M., E. Helaly1 S, Esmail A et Mohamed NS. (2010). Chemical Constituents and Biological Activities of *Artemisia herba-alba*. *Rec. Nat. Prod.* 4:1 (2010) 1-25. Thèse de doctorat, Evaluation de l'effet anti inflammatoire de trois plantes médicinales : *Artemisiaabsinthium* L, *Artemisia herba alba* Asso et *Hypericum sarcoïdes* - Etude in vivo-, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed BOUDIAF, Spécialité : Biologie, 2015.

Mansour S. (2015). Evaluation de l'effet anti inflammatoire de trois plantes médicinales : *Artemisiaabsinthium* L, *Artemisia herba alba* Asso et *Hypericumscarboïdes*- Etude in vivo. Thèse de Doctorat, Université Mohamed Boudiaf, Oran. Mémoire de master, Evaluation du

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

potentiel larvicide d'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* à l'égard de *Culex pipiens*
Université Larbi Tébessi-Tébessa- , Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature
et de la vie Département de Biologie Appliquée , Spécialité Biochimie Appliquée, 2019

MARIE ELISABETH LUCCHESI (2005) : Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles : p 17 ; 23,52.

MEZERKET, A. (2009). Evaluation de l'efficacité des huiles essentielles de quelques plantes contre *Meloidogyne incognita* (White et Kofoed, 1919) Chitwood 1949. Mémoire de master. Ecole Nationale Supérieure Agronomique EL Harrach-Alger. 127p.

Merzendenrof *et al.* , 2012. (in DJEGHADER, 2013-2014). Impact d'un régulateur de croissance des insectes, novaluron sur *Culex pipiens*, aspects: développemental, structural et hormonal. Thèse Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat 3ème cycle en Biologie Animale Environnementale, Option: Physiotoxicologie. Département de Biologie. Faculté des Sciences. UNIVERSITE BADJI MOKHTAR – ANNABA-.

Mesléard *et al.* , 2005. (In BOUZERIDA et MANDI, LAHLOUH, 05 /06/2016). La lutte biologique contre les insectes nuisibles : Utilisation des plantes et des extraits de plantes. (Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master en Toxicologie et Santé. Département de Biologie Animale. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université des Frères Mentouri Constantine).

N

Nabli M. A., 1989. Essai de synthèse sur la végétation et la phyto-écologie tunisiennes, Mémoire de master académique, Variation du comportement physiologique et biochimique chez deux espèces du genre *Artemisia* (*Artemisia herba alba* et *Artemisia campestris*) sous la contrainte saline. UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - MSILA, DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUE FILIERE: SCIENCES AGRONOMIQUE, spécialité : PRODUCTION VEGETAL, 2017-2018.

P

POUGET. M. Les relations sol-végétation dans les steppes. Trav. Doct. De orstom, 1989, 556p. Mémoire de master académique, Variation du comportement physiologique et biochimique chez deux espèces du genre *Artemisia* (*Artemisia herba alba* et

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Artemisiacampestris) sous la contrainte saline. UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - MSILA, DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES, FILIERE: SCIENCES AGRONOMIQUE, spécialité : PRODUCTION VEGETAL, 2017-2018.

POUGET. M. Les relations sol-végétation dans les steppes. Trav. Doct. De orstom, 1989, 556p. Mémoire de master académique, Variation du comportement physiologique et biochimique chez deux espèces du genre Artemisia (Artemisia herba alba et Artemisiacampestris) sous la contrainte saline. UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - MSILA, DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES, FILIERE: SCIENCES AGRONOMIQUE, spécialité : PRODUCTION VEGETAL, 2017-2018.

Poupardin R, 2011. Interactions gènes environnements chez les moustiques et leur impact sur la résistance aux insecticides. Thèse pour obtenir le grade de Docteur de l'université de Grenoble, Spécialité : Biodiversité, Ecologie et Environnement : PP 275.Pradel, Paris,pp817.

Q

Quezel et santa. (1963).«Nouvelle flore de l'Algérie, et les régions désertique méridionales ».Tome II, Edition du centre national de la recherche scientifique. Paris. Mémoire de master; Evaluation de l'effet larvicide des extraits d'Artemisiacampestris à l'égard de Culex pipiens; Université de Larbi Tébessi –Tébessa; Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie; Spécialité biologie moleculaire;2017

Ouedraogo T.D.A., 2011. Lutte bio-écologique contre Culex Pipiensquinquefasciatus en milieu urbain au Burkina Faso, Thèse de Doctorat, Université de Ouagadougou UFR/Sciences de la vie et de la terre (UFR/SVT), Burkina Faso. 30p.

R

Rioux, 1958. Evaluation de l'effet larvicide de l'extrait hydroalcoolique et de l'huile essentielle d'Artemisia herba-alba à l'égard de Culex pipiens. (Mémoire de master en biochimie appliquée. Département de la biologie appliquée. Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Larbi Tébessi –Tébessa).

Rodhain et Perez, 1985. Étude Biométrique sur des larves de culex pipiens Exposées aux Extraits Des plantes. (Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master de

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Biologie, Evolution et Contrôle Des Populations d’Insectes. Département de Biologie animal. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université des Frères Mentouri Constantine).

Resseguier, 2011. Etude biométrique et histologique sur des larves de Culex pipiens Linnée, 1758 (Diptera, Culicidae) Exposées aux extraits aqueux de plantes. THESE EN VUE DE L’OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT 3EME CYCLE en Biodiversité et Écologie des Arthropodes. Département de Biologie Animale. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université des Frères Mentouri Constantine.

Rodhain et Perez, 1985. Étude Biométrique sur des larves de culex pipiens Exposées aux Extraits Des plantes. (Mémoire présenté en vue de l’obtention du Diplôme de Master de Biologie, Evolution et Contrôle Des Populations d’Insectes. Département de Biologie animal. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université des Frères Mentouri Constantine). <https://fac.umc.edu.dz/snv/faculte/biblio/mmf/2016/100.pdf>

REF.(In Sadallah et Belkhaoui, 19/06/2016). Étude Biométrique sur des larves de culex pipiens Exposées aux Extraits Des plantes. (Mémoire présenté en vue de l’obtention du Diplôme de Master de Biologie, Evolution et Contrôle Des Populations d’Insectes. Département de Biologie animal. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université des Frères Mentouri Constantine).

Ripert, 2007 ; Subra et Hebrard, 1975. Etude biométrique et histologique sur des larves de Culex pipiens Linnée, 1758 (Diptera, Culicidae) Exposées aux extraits aqueux de plantes. THESE EN VUE DE L’OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT 3EME CYCLE en Biodiversité et Écologie des Arthropodes. Département de Biologie Animale. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université des Frères Mentouri Constantine.

Rodhain et Perez., 1985. Étude Biométrique sur des larves de culex pipiens Exposées aux Extraits Des plantes. (Mémoire présenté en vue de l’obtention du Diplôme de Master de Biologie, Evolution et Contrôle Des Populations d’Insectes. Département de Biologie animal. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université des Frères Mentouri Constantine).

Randriannarivelo R., 2010. Etude de L’activité Antimicrobienne d’une Plante Endémique de Madagascar « Cinnamosma Fragrans », alternative aux Antibiotiques en Crevetticulture, Thèse de Doctorat en Science de la vie, Université D’antananarivo. 73 p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Snodgrass R. E., 1959- the anatomical life of the mosquito. smithsonianmiscellaneous collections, 139 (8)

Sadallah N etBelkhaouniA. (2016).Étude Biométrique sur des larves de *Culex pipiens* Exposées aux Extraits Des plantes. Mémoire de Master, Université des Frères Mentouri, Constantine

Savage & Miller, 1995. (In Maifi et Sakher, 28-05-2018). Evaluation de l'effet larvicide de l'extrait hydroalcoolique et de l'huile essentielle d'Artemisia herba-alba à l'égard de *Culex pipiens*. (Mémoire de master en biochimie appliquée. Département de la biologie appliquée. Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Larbi Tébessi -Tébessa)

Snodgrass, 1959.(In ZERROUG, s.d).Etude biométrique et histologique sur des larves de *Culex pipiens* Linnée, 1758 (Diptera, Culicidae) Exposées aux extraits aqueux de plantes. THESE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT 3EME CYCLE en Biodiversité et Écologie des Arthropodes. Département de Biologie Animale. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université des Frères Mentouri Constantine.

SchaffnerE., Guy A., Geoffroy B., Hervy J. P., Rhaiem A. et Brunhes J., 2001- Les moustiques d'Europe : logiciel d'identification et d'enseignement Paris (FRA) ; Montpellier. IRD ; EID, ISBN 2-7099-1485-9.

Savage & Miller, 1995 Evaluation de l'effet larvicide de l'extrait hydroalcoolique et de l'huile essentielle d'Artemisia herba-alba à l'égard de *Culex pipiens*. (Mémoire de master en biochimie appliquée. Département de la biologie appliquée. Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Larbi Tébessi –Tébessa).

Soltani&Soltani-Mazouni, 1992. (in DJEGHADER, 2013-2014). Impact d'un régulateur de croissance des insectes, novaluron sur *Cule x pipiens*, aspects: développemental, structural et hormonal. Thèse Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat 3ème cycle en Biologie Animale Environnementale, Option: Physiotoxicologie. Département de Biologie. Faculté des Sciences. UNIVERSITE BADJI MOKHTAR – ANNABA-.

Soltani-Mazouniet al., 1999; Ghoneimet al., 2003. (in DJEGHADER, 2013-2014). Impact d'un régulateur de croissance des insectes, novaluron sur *Cule x pipiens*, aspects: développemental, structural et hormonal. Thèse Présentée en vue de l'obtention du diplôme

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

de Doctorat 3ème cycle en Biologie Animale Environnementale, Option: Physiotoxicologie. Département de Biologie. Faculté des Sciences. UNIVERSITE BADJI MOKHTAR – ANNABA-.

T

Tabti, N,(2017),Etude comparée de l'effet de *Bacillusthuringiensis* sur la population purifiée et des populations des gites artificiels de *Culex pipiens* (Diptera, Culcidae) dans la ville de Tlemcen. Thèse de doctorat, Université de tlemcen. Algérie .12p.P5.

Toral Y Caro M. G., 2005- Evaluation in vitro de l'efficacité du fipronil sur *Culex pipiens pipiens*. Thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire. École nationale de vétérinaire, Toulouse.

Troy et al. , 1975. (in DJEGHADER, 2013-2014). Impact d'un régulateur de croissance des insectes, novaluron sur *Culex pipiens*, aspects: développemental, structural et hormonal. Thèse Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat 3ème cycle en Biologie Animale Environnementale, Option: Physiotoxicologie. Département de Biologie. Faculté des Sciences. UNIVERSITE BADJI MOKHTAR – ANNABA

V

Vallès J and Mc Arthur.(2001) Artemisia systematic and phylogeny. USDA Forest Service Proceeding RMRS: 21, Mémoire de Master, Comparaison de trois méthodes d'extraction des composés phénoliques et des flavonoïdes à partir de la plante médicinale : *Artemisia herba alba* Asso, Université des Frères Mentouri Constantine Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département de Biochimie et Biologie Cellulaire et Moléculaire , Spécialité : Biochimie moléculaire et santé , 2015.

Vallès J and Mc Arthur.(2001) Artemisia systematic and phylogeny. USDA Forest Service Proceeding RMRS: 21, Mémoire de Master, Comparaison de trois méthodes d'extraction des composés phénoliques et des flavonoïdes à partir de la plante médicinale : *Artemisia herba alba* Asso, Université des Frères Mentouri Constantine Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie , Département de Biochimie et Biologie Cellulaire et Moléculaire , Spécialité : Biochimie moléculaire et santé , 2015.

W

Weeden et al. , 2007.(In Noémie, juillet 2010). LUTTE BIOLOGIQUE AUX RAVAGEURS : APPLICABILITÉ AU QUÉBEC. Essai présenté au Centre Universitaire de Formation en Environnement en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M. Env.). CENTRE UNIVERSITAIRE DE FORMATION EN ENVIRONNEMENT UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE. Sherbrooke, Québec,

Z

ZoogeographicalRegion). Journal of Publications of the South African Institute for Medical Research. 54, 1-343.

ZABEIROU ; HACHIMOU (2005): Étude comparative entre les Huiles essentielles de la Menthe Verte (*MenthaSpicata* L) et de la Poivree (*MenthaPiperita* L) dans la région d'Ouargla .Mémoire de DES Biochimie —Université de KasdiMerbbah _Ouargla pl 6.

Zaim A., El Ghadraoui L., & Farah A,(2012),Effets des huiles essentielles d'*Artemisia herba-albasur* la surviedes criquets adultes d'*Euchorthippusalbolineatus*(Lucas, 1849). Bulletin del'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, n° 34 (2). 127-133p.

Wikipédia

<https://www.google.com/url?sa=i&source=imgres&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjDwr7Wp7voAhVQcBQKHYPFODGIQjRx6BAgBEAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.insectes-net.fr%2Fculex%2Fculex3.htm&psig=AOvVaw2PPplgFV-3fmRspmnG8qo8&ust=1585420996952404>

https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww.ethnopharmacologia.org%2Fcherche-dans-prelude%2F%3Fplant_id%3D640&psig=AOvVaw2YHHnTMr1F_1cMkZAatX-z&ust=1591913792458000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCNjLnJS9-OkCFQAAAAAdAAAAABAd

File://C:/Users/lenovo/Videos/Nouveau%20dossier%20(8)/memoire/biochimie41/Untitled.pdf

<https://fac.umc.edu.dz/snv/faculte/biblio/mmf/2016/201.pdf>

https://fr.wikipedia.org/wiki/Nicotiana_tabacum.

<http://www.afriquescience.info>.

<https://fac.umc.edu.dz/snv/faculte/biblio/mmf/2016/201.pdf>

<https://fac.umc.edu.dz/snv/faculte/biblio/mmf/2016/201.pdf>

<https://fac.umc.edu.dz/snv/faculte/biblio/mmf/2016/201.pdf>

Web01:www.botanical-online.com

Web02:www.lapresse.com

Web03:www.nationalgeographic.com

Web04:www.portalsaofrancisco.com

Web05:www.slideshare.com

Web06:www.topnews.com