

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET PUPOULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES



Faculté des Sciences

Mémoire de fin d'étude

Filière : Science Biologique

Option : **B** Biologie des **P** Populations et des **O** Organismes

Evaluation de l'activité insecticide de l'ortie (*Urtica dioica L.*) contre
les vecteurs de maladies infectieuses en Algérie

Présenté par :

M^{elle} BOUYAHIAOUI Nesrine

M^{elle} ANEB Aldjia

Soutenu le 22/09/2021 Devant le jury composé de :

Présidente : BAHIDJ N Prof/ UMBB

Examinatrice : ROUANE A MCB FS/ UMBB

Promoteur: ELHDDAD D Prof / UMBB

Co-promotrice: TOUBAL S Prof / UMBB

Année universitaire : 2020/2021

Résumé

Les Culicidés, sont sans doute les insectes les plus connus et les plus redoutés tant par les maladies vectorielles qu'ils peuvent inoculer pendant leur repas sanguin que par le désagrément et nuisance que constitue leur présence. L'aire de répartition des arthropodes impliqués dans la transmission de ces maladies n'a cessé de s'étendre, plaçant ainsi de nouvelles populations humaines dans des zones à risque d'infection.

Afin de réduire la propagation de ces insectes et la transmission de maladies infectieuses, des larves du 4^{ème} stade larvaire du moustique *Culex sp.* ont été exposées aux deux extraits d'*U. dioica*, l'extrait aqueux et l'extrait éthanolique à des concentrations allant de 3% à 10%, dans les conditions de laboratoire, afin d'évaluer leur effet larvicide.

L'analyse par l'infrarouge de la poudre d'*U. dioica* a montré la présence de plusieurs molécules aux différentes fonctions, notamment les fonctions phénol (O-H), méthylène (C-H), amines primaires (N-H), Composés nitro aromatique (N-O) et éthers aromatiques (C-O).

L'activité insecticide des extraits de l'ortie à savoir l'extrait aqueux et l'extrait éthanolique a montré une efficacité très importante vis-à-vis des larves L4 des moustiques de genre *Culex*. L'analyse de la mortalité enregistrée pour les deux extraits testés indique que la sensibilité des larves est directement proportionnelle à la concentration utilisée, mais aussi au temps de contact de ces extraits avec les larves. Pour l'extrait aqueux, une meilleure activité larvicide a été enregistrée avec une valeur de CL₅₀ de 11,48 mg/mL contre 12,74 mg/mL pour l'extrait éthanolique. Par ailleurs, l'extrait éthanolique a provoqué une cinétique de mortalité plus rapide sur ces larves par rapport à l'extrait aqueux avec des valeurs de la TL₅₀ de 6,25 h et 19,92 h respectivement.

Mots clés : Culicidae, arthropodes ; *Culex sp* ; *U. dioica* ; extrait aqueux ; extrait éthanolique ; CL₅₀ ; TL₅₀.

ملخص

من المحتمل أن تكون Culicidae هي الحشرات الأكثر شهرة والأكثر خوفاً، وذلك بسبب الأمراض المنقولة بالنواقل التي يمكن تلقيها أثناء وجبة الدم وبسبب الإزعاج الذي يشكله وجودها. استمر نطاق المفصليات المشاركة في نقل هذه الأمراض في التوسع، مما يعرض مجموعات بشرية جديدة في مناطق معرضة لخطر العدوى.

من أجل الحد من انتشار هذه الحشرات وانتقال الأمراض المعدية، تم استعمال يرقات البعوض *Culex sp.* ذات الطور الرابع مع تعريضها لمستخلصين من نبات القراص *U. dioica*، المستخلص المائي والمستخلص الإيثانولي، بتركيزات تتراوح من 3% إلى 10% تحت ظروف معملية، من أجل تقييم تأثيرها على اليرقات.

أظهر تحليل الأشعة تحت الحمراء لمسحوق *U. dioica* وجود العديد من الجزيئات ذات الوظائف المختلفة، ولا سيما الفينول (O-H) والميثيلين (C-H) والأمينات الأولية (N-H) ومركبات النيترو العطرية (N-O) والإثيرات العطرية (C-O).

ثبت أن نشاط المبيد للحشرات من مستخلصات نبات القراص، أي المستخلص المائي والمستخلص الإيثانولي، فعال للغاية ضد يرقات L4 من بعوض *Culex*. يشير تحليل معدل النفوق المسجل للمستخلصين المختبرين إلى أن حساسية اليرقات تتناسب طردياً مع التركيز المستخدم، ولكن أيضاً مع وقت ملامسة هذه المستخلصات مع اليرقات. بالنسبة للمستخلص المائي، تم تسجيل نشاط مبيد لليرقات أفضل بقيمة LC50 بقيمة 11.48 مجم / مل مقارنة بـ 12.74 مجم / مل للمستخلص الإيثانولي. علاوة على ذلك، تسبب المستخلص الإيثانولي في حركية موت أسرع في هذه اليرقات مقارنة بالمستخلص المائي بـ TL50 البالغة 6.25 ساعة و 19.92 ساعة على التوالي.

الكلمات المفتاحية: Culicidae، مفصليات الأرجل، *Culex sp.*، مستخلص مائي، مستخلص إيثانولي، DL50، TL50.

Abstract

Culicidae are probably the best known and most feared insects, both because of the vector-borne diseases they can inoculate during their blood meal and because of the inconvenience and nuisance that their presence constitutes. The range of arthropods involved in the transmission of these diseases has been expanding steadily, placing new human populations in areas at risk of infection.

In order to reduce the spread of these insects and the transmission of infectious diseases, 4th instar larvae of the mosquito *Culex sp.* were exposed to two extracts of *U. dioica*, the aqueous extract and the ethanolic extract at concentrations ranging from 3% to 10%, under laboratory conditions, in order to evaluate their larvicidal effect.

Infrared analysis of *U. dioica* powder showed the presence of several molecules with different functions, namely phenol (O-H), methylene (C-H), primary amines (N-H), aromatic nitro compounds (N-O) and aromatic ethers (C-O).

The insecticidal activity of nettle extracts namely aqueous extract and ethanolic extract showed a very high efficacy against L4 larvae of *Culex* mosquitoes. The analysis of the mortality recorded for the two extracts tested indicates that the sensitivity of the larvae is directly proportional to the concentration used, but also to the contact time of these extracts with the larvae. For the aqueous extract, a better larvicidal activity was recorded with an LC50 value of 11.48 mg/mL against 12.74 mg/mL for the ethanolic extract. In addition, the ethanolic extract caused a faster mortality kinetics on these larvae compared to the aqueous extract with TL50 values of 6.25 h and 19.92 h respectively.

Key words: Culicidae, arthropods, *Culex sp.*, *U. dioica*, aqueous extract, ethanolic extract, LD50, TL50.

Remerciements

En premier lieu, nous tenons à remercier le grand Dieu qui nous à aider et nous a donné le courage, la santé, la patience pour pouvoir réaliser ce travail.

Nous remercions pour ce faire les membres de nos familles pour leurs soutiens, et leurs encouragements.

Nous exprimons nos profonds remerciements à notre promoteur, Mr El haddad Djillali, pour l'aide compétent qu'il nous apporté, pour sa patience, sa confiance, son encouragement pour structurer ce travail et pour améliorer la qualité des différentes sections de notre mémoire, nous le remercions vivement.

Nous profitons l'occasion pour remercier les membres de jury d'avoir d'examiner et d'évaluer notre travail.

Nous remercions tous les enseignants du département de Biologie.

Un remerciement exceptionnel à tous mes amis, et tous les étudiants de master 2 de la promotion 2021.

Au terme de ce travail, il nous est agréable de remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin, directement ou indirectement à la réalisation de ce mémoire.

Dédicace

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, à toi mon père « Rachid ».

A maman « Ourdia » pour son amour, et qu'elle m'a toujours accordé en témoignage de ma reconnaissance envers sa confiance, ces artifices et sa tendresse.

*A mes frères « Farid », « mohamed sghir »,
« Ahmed », « Amar », « Omar ».*

A mes sœurs « Nacéra », « Safia ».

*A la lumière de mes jours, la source de mes efforts ma
chère « Sara »*

A mon soutien moral et source de joie et bonheur « Hamza ».

*A madame Teffahi nassima et Lakrouf sara qui sans leur
encouragement ce travail n'aura jamais vu le jour.*

A mon cher binôme « Aldjia » et toute sa famille.

*** Dédicaces ***

Que ce travail témoigne de mes respects à l'homme

De ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie

Et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, mon père

ANEB Mohammed

Et A la lumière de mes jours, Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect,

Ma considération et mes profonds sentiments envers, la flamme mon cœur,

Ma vie et mon bonheur ; maman que j'adore

ABBAD Zohra

Je le dédit également ;

A mes sœurs : Djouher, Fazia, Drifa

A mes frères ; Ali, Boulame, Faride, Kaci, Djamel, Abed, Hucine, Madjide

A mes belles-sœurs ; kahina, linda

A mes nièces et neveux ; Amina, Koussaila, Abed Rahim, Ania, Maryem

A tous mes amies ; Katia, Hanane M, Hanane K, Sara, Nesrine, Nassima



Liste des abréviations

C : concentration

CL₅₀ : concentration létale 50

CL₉₀ : concentration létale 90

DL₅₀ : dose létale 50

Fig : figure

IR : infrarouge

Tab : tableau

TL₅₀ : temps létale 50

U. dioica : *Urtica dioica*

Figure 1. Mode de transmission des infections.	4
Figure 2. Cycle de vie d'un moustique (Culicidae).....	9
Figure 3. <i>Urtica dioica</i> L.....	12
Figure 4. Les différentes parties de l'ortie, (<i>Urtica dioica</i> L).	15
Figure 5. Structure générale des flavonoïdes.	18
Figure 6. <i>Urtica dioica</i> L.....	20
Figure 7. Site de récolte des larves.....	21
Figure 8. Larves de moustiques après collecte.....	21
Figure 9. Schéma des différentes étapes du travail.	23
Figure 10. Carte géographique de la wilaya de Boumerdès.....	24
Figure 11. Récolte de la plante (<i>Urtica dioica</i> L).	25
Figure 12. Séchage de la plante (<i>Urtica dioica</i> L).	25
Figure 13. Plante broyée.....	26
Figure 14. Processus d'évaporation à l'aide d'un rotavapeur.	27
Figure 15. Protocole d'extraction éthanolique de la poudre d' <i>Urtica dioica</i> L.	28
Figure 16. Ballon avec l'extrait après l'évaporation.	30
Figure 17. Test d'exposition des larves aux différentes concentrations des extraits aqueux d' <i>Urtica dioica</i> L.....	32
Figure 18. Spectre d'analyse par infrarouge de la poudre d' <i>U. dioica</i> L.	36
Figure 19. Cinétique de mortalité des larves L4 des moustiques traités par l'extrait éthanolique d' <i>U. dioica</i> L. en fonction du temps.....	38
Figure 20. Cinétique de mortalité des larves L4 des moustiques traités par l'extrait aqueux d' <i>U. dioica</i> L. en fonction du temps.....	39
Figure 21. Droite de régression : Probits en fonction du log de concentration chez les larves L4 traitées par l'extrait éthanolique d' <i>U. dioica</i> L.	40
Figure 22. Droite de régression : Probits en fonction du log de concentration chez les larves L4 traitées par l'extrait aqueux d' <i>U. dioica</i> L.	40
Figure 23. Droite de régression : Probits en fonction du log de temps chez les larves L4 traitées par l'extrait éthanolique d' <i>U. dioica</i> L.	41
Figure 24. Droite de régression : Probits en fonction du log de temps chez les larves L4 traitées par l'extrait aqueux d' <i>U. dioica</i> L.	42

Tableau 1. Maladies véhiculées par les arthropodes.....	7
Tableau 2. Rendement d'extraction de l'extrait aqueux et l'extrait éthanolique d' <i>U. dioica</i> L.	35
Tableau 3. Groupements fonctionnels des biomolécules d' <i>Urtica dioica</i> L.....	37
Tableau 4. Concentrations létales de l'extrait aqueux et de l'extrait éthanolique sur les larves L4.	41
Tableau 5. Temps létaux de l'extrait aqueux et l'extrait éthanolique sur les larves L4 de <i>Culex</i>	42

Introduction	1
---------------------------	----------

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I.1. Maladies infectieuses.....	3
I.1.1. Causes de la propagation des maladies infectieuses.....	3
I.1.2. Transmission des infections.....	4
I.1.3. Les maladies infectieuses émergentes et ré-émergentes.....	4
I.2. Les maladies à transmission vectorielle.....	5
I.2.1. Vecteurs de maladies à transmission vectorielles.....	5
I.2.2. Changement climatique et maladies à transmission vectorielle.....	6
I.2.3. Quelques maladies causées par des vecteurs.....	6
I.3. Généralité sur les moustiques.....	8
I.3.1. Cycle de vie des moustiques.....	8
I.3.2. Position taxonomique des <i>Culex</i>	9
I.3.3. Description morphologique.....	10
I.3.4. Le rôle pathogène des <i>Culex sp</i>	10
I.4. Méthodes de lutte antivectorielle.....	11
I.4.1. La lutte biologique.....	11
I.4.2. La lutte chimique.....	11
I.4.3. La lutte écologique.....	11
I.4.4. La lutte génétique.....	12
I.5. Présentation de la plante « L'ortie (<i>Urtica dioica</i> L.) ».....	12
I.5.1. Généralité sur l'ortie.....	12
I.5.2. Dénomination de l'ortie.....	13
I.5.3. Systématique de l'ortie.....	13
I.5.4. Origine et aire de répartition.....	13
I.5.5. Description botaniques.....	14
I.5.6. Composition chimique.....	15
I.5.7. Utilisation de l'ortie.....	16
I.5.8. Métabolites secondaires des plantes.....	17

I.5.8.1. Les alcaloïdes.....	17
I.5.8.2. Les polyphénols.....	17

Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1. Matériel.....	20
II.1.1. Matériel biologique.....	20
II.1.1.1. La plante (<i>Urtica dioica</i> L.).....	20
II.1.1.2. Les moustiques.....	21
II.1.2. Matériel non biologique.....	21
II.2. Méthodes.....	22
II.2.1. Récolte de la matière végétale.....	24
II.2.2. Préparation des extraits végétaux.....	26
II.2.2.1. Préparation de l'extrait aqueux.....	26
II.2.2.2. Préparation de l'extrait éthanolique.....	26
II.2.3. Analyse spectrale par infra-rouge.....	30
II.2.4. Evaluation de l'effet insecticide.....	31
II.2.4.1. Activité larvicide de l'extrait aqueux.....	31
II.2.4.2. Activité larvicide de l'extrait éthanolique.....	32
II.2.4.3. Expression des résultats de test insecticide.....	33
II.2.4.4. Détermination de la DL50.....	33
II.2.4.5. Détermination de la TL50.....	33
II.2.4.6. Analyse statistique des résultats.....	34

Chapitre III : Résultat et discussion

III.1. Résultat de l'extraction.....	35
III.2. Analyse par infrarouge de la poudre d'ortie.....	36
III.3. Résultats du test insecticide.....	37
III.3.1. Effet de l'extrait éthanolique.....	37
III.3.2. Effet de l'extrait aqueux.....	38
- Conclusion.....	45
- Références bibliographiques.....	46

Dans le monde et depuis l'antiquité, il existe une relation interminable entre l'homme et les microorganismes, cette relation est très problématique car elle peut se manifester sous divers aspects allant de la simple symbiose jusqu'à la pathogénèse, qui peut avoir la mort comme aboutissement dans beaucoup de cas et qui a fait payer l'humanité un lourd tribut à travers son existence (**Sylvie Miquel et al., 2016**).

Selon l'organisation mondiale de la santé (**OMS**), parmi ces arthropodes, certains d'entre eux sont considérés comme des vecteurs, ces derniers transmettent des agents pathogènes ou des parasites d'un sujet infecté (homme ou d'un animal) à un autre, causant de grave maladies dans les populations humaines ou animales.

Les maladies à transmission vectorielle sont donc des maladies provoquées par des parasites, virus, ou par des bactéries transmis par des vecteurs. Chaque année, on enregistre plus de 700 000 décès dans le monde, imputables à des maladies à transmission vectorielle telles que la dengue, la fièvre jaune, l'encéphalite japonaise, la leishmaniose, la maladie de chagas, l'onchocercose, le paludisme, la schistosomiase et la trypanosomiase humaine africaine. (**OMS 2019**).

Plusieurs types de stratégies de lutte contre ces vecteurs ont été mises en place. Le plus couramment utilisé est l'utilisation des produits chimiques notamment les insecticides en cas des moustiques qui sont des vecteurs extraordinairement efficaces de transmission de maladies vers l'homme. La lutte par les insecticides est un outil essentiel de la prévention contre les maladies à vecteurs et de contrôle des insectes nuisibles. (**Bawin et al., 2014**).

C'est dans les années 40 que les premiers produits chimiques de synthèse sont apparus sur le marché, avec des résultats très positifs. Vingt ans plus tard, les premières accusations atteintes à la santé des gens et à l'environnement causant des asphyxies, des explosions, des incendies, des pollutions...etc. Le débat sur les risques encourus et les bénéfices recueillis de la lutte chimique s'est prolongé depuis et l'on a consacré de très nombreux travaux de recherche effectués pour mieux connaître cet impact sur l'environnement et sur la santé humaine (**Hayo M. G. Van der Werf, 2015**).

Ce problème a orienté les recherches pour trouver des solutions naturelles en s'appuyant sur des plantes ou leurs biomolécules afin de réduire ces risques car le monde végétal est une excellente source de principes actifs, ce qui lui confère une activité biologique importante (**Madani Sari et al., 2006**). Ces substances naturelles peuvent agir aussi à un niveau ou un

autre, sur ces vecteurs de maladies comme des insecticides réduisant ainsi leur densité au-dessous du seuil de transmission vectorielle.

C'est dans ce contexte que s'inscrit ce travail, il vise à valoriser une plante de la flore algérienne, à savoir l'ortie (*Urtica dioica* L.), en évaluant son potentiel insecticide de ses extraits contre les moustiques de genre *Culex*. Il sera structuré comme suite :

- Dans le premier, un aperçu général sur les modèles biologiques utilisés seront détaillés ;
- Le second chapitre traite le matériel ainsi que les différentes méthodes utilisées ;
- Le troisième chapitre, renferme les résultats obtenus et leurs discussions ;
- Enfin, on termine avec une conclusion générale et des perspectives issues de ce travail.



I.1. Maladies infectieuses

Les maladies dont nous souffrons sont sans nombre comme sans mesure. Leurs causes, innombrables elles aussi, appartiennent à l'ordre naturel ; nous les rencontrons auprès de nous. Rien de ce qui l'entoure qui ne soit une menace pour l'homme : forces physiques, agents chimiques, être vivants. (**Alain Ehrenberg, 2002**).

Les maladies infectieuses, provoquées par les virus, les bactéries, et les eucaryotes parasites, constituent un problème de santé publique qui se présente, depuis ces dernières décennies, avec une ampleur et des caractéristiques nouvelles. (**Gérard Orth et al., 2006**). En effet, avec une mortalité de près de 15 millions chaque année, les maladies infectieuses sont responsables de 26,3% des décès causés par l'ensemble des maladies et des traumatismes survenant sur la planète (**OMS 2002**).

Alors ces maladies infectieuses restent une menace mondiale contribuant à une morbidité excessive et à la mortalité chaque année, avec le potentiel persistant de pandémies déstabilisantes. (**Jeffrey R Strich et al., 2019**), cette tendance se poursuivra car un certain nombre de facteurs, notamment l'augmentation de la population mondiale, le vieillissement, les déplacements, l'urbanisation et le changement climatique, favorisent l'émergence, l'évolution et la propagation de nouveaux agents pathogènes. (**David E Bloom et al., 2017**).

I.1.1. Causes de la propagation des maladies infectieuses

La plupart des maladies infectieuses observées dans les pays tempérés atteignent aussi les habitants des zones tropicales (maladies de l'enfance, grippe, sida...etc.).

D'autres infections sont caractéristiques des différentes zones du fait :

- De la présence de vecteurs (paludismes) ou de réservoirs animaux sauvages (trypanosomose, leishmaniose) ou domestique (charbon, rage.) propres à ces zones ;
- De conditions climatiques chaudes et souvent humides propices à la vie de micro-organismes dans le milieu extérieur (parasites, champignons) ;
- Du faible niveau de vie des populations favorisant le péril fécal (parasitoses intestinales, diarrhées infectieuses...), les ectoparasites (typhus, fièvres récurrentes), le contact avec des vecteurs (paludisme, leishmanioses...), les contaminations par l'eau et des aliments pollués (choléra..) et les malnutritions aggravant les infections (rougeole, tuberculose).

- De l'exclusion géographique, économique, sociale d'une partie importante de la population ne bénéficiant pas l'hygiène, de vaccinations, de diagnostics médicaux précoces, et de médicaments anti-infectieux. (Eric Richard, 2002).

I.1.2. Transmission des infections

La transmission directe a lieu par transfert d'un agent infectieux, sans élément intermédiaire, d'un hôte infectieux (humain ou animal) à une porte d'entrée d'un hôte humain susceptible (toucher, mordre, la toux...), quant à la transmission indirect des maladies infectieuses est nécessite l'intervention d'un élément intermédiaire, au niveau duquel l'agent se multiplie ou pas, qui peut être un véhicule contaminé (eau, aliment, objet..) ou un vecteur vivant qui peut assurer la transmission par transport mécanique ou biologique de l'agent avec ce dernier cas, un cycle plus ou moins complexe de maturation avant que le vecteur devient infectieux (Figure 1) (Desenclos *et al.*, 2005).

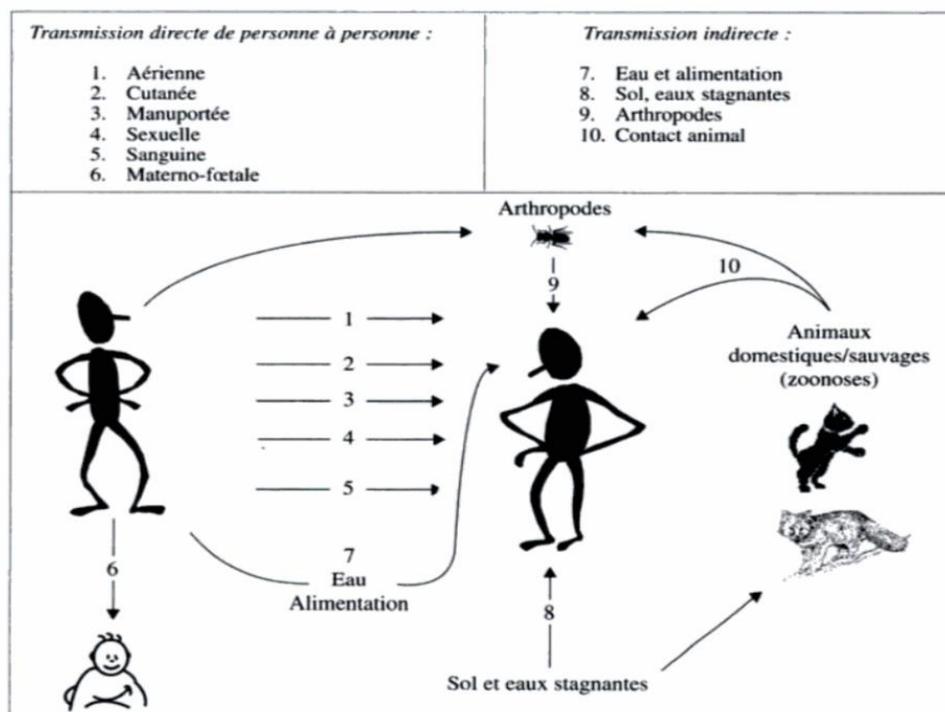


Figure 1. Modes de transmission des infections (Eric Pichard, 2002).

I.1.3. Les maladies infectieuses émergentes et ré-émergentes

En 2007, l'OMS estime que, depuis 1967, au moins 39 agents pathogènes nouveaux ont été identifiés. (OMS 2007). De nombreuses maladies transmissibles affectent encore lourdement la santé de l'homme, des animaux et des plantes, ces maladies sont de deux types :

- Maladies nouvelles dues à un agent pathogène nouveau, qui diffère des pathogènes existants par sa nature, son mode de transmission, son expression ou son adaptation aux espèces hôtes ; relèvent de ce cas le SIDA en 1983 (25 millions de décès). **(Benoît Lesaffre, 2008)**.
- Maladies à priori connues, mais dont l'incidence, la gravité ou l'aire géographique augmentent brusquement, généralement en de courts laps de temps, il peut s'agir de maladies endémiques qui ressurgissent dans des populations plus sensibles ou moins surveillées et de l'apparition de formes d'agents pathogènes qui résistent au traitement. **(Benoît Lesaffre, 2008)**.

I.2. Les maladies à transmission vectorielle

Les maladies à transmission vectorielle représentent selon l'organisation mondiale de la santé (OMS) 17% du poids estimé des maladies infectieuses. Elles sont responsables de plus de 700 000 décès par an et 80% de la population mondiale y est exposée, majoritairement en zone tropicale et subtropicale. **(Frédéric Jourdain *et al.*, 2019)**

Vector Borne Disease (VBD) en anglais, sont des maladies infectieuses transmises par des arthropodes hématophages appelés vecteurs qui assurent une transmission active (mécanique ou biologique) d'un agent infectieux d'un vertébré vers un autre vertébré, il s'agit essentiellement d'insectes et d'acariens hématophages, ils transmettent des maladies parasitaires (paludisme, leishmanioses, trypanosomoses), bactériennes (borréliose de Lyme) ou virales (Fièvre du Nil occidental). **(Tchuinkou Danielle *et al.*, 2014)**.

I.2.1. Vecteurs de maladies à transmission vectorielles

Les vecteurs sont des organismes vivants capables de transmettre des maladies infectieuses d'un hôte (animal ou humain) à un autre. Il s'agit souvent d'insectes hématophages, qui lors d'un repas de sang, ingèrent des microorganismes pathogènes présents dans un hôte infecté, pour les réinjecter dans un nouvel hôte après une reproduction de l'agent pathogène. Souvent une fois qu'un vecteur devient infectieux, il est capable de transmettre l'agent pathogène pour le reste de son cycle de vie à l'occasion de chaque repas de sang suivant. Les principaux arthropodes vecteurs sont les moustiques, les tiques et les phlébotomes. **(OMS, 2014)**

Les maladies qui suivent cette voie de transmission sont qualifiées de maladies à transmission vectorielle. La compréhension de la transmission des maladies vectorielles et de leurs modifications nécessite de considérer le système vectoriel dans son ensemble, c'est-à-dire des hôtes vertébrés (homme ou animal), l'agent pathogène, l'arthropode vecteur ainsi que les interactions entre ces trois protagonistes de l'environnement dans lequel elles ont lieu. En général et c'est le cas pour les virus transmis par les moustiques, il s'agit d'une transmission biologique. (OMS, 2014)

I.2.2. Changement climatique et maladies à transmission vectorielle

La vie humaine est tributaire de la dynamique du système climatique, la variabilité interannuelle et interdécennale du climat pourrait avoir une influence directe sur l'épidémiologie des maladies à transmission vectorielle. Ces données ont été évaluées à l'échelle du continent afin de déterminer les conséquences possibles des changements climatiques prévus.

L'impact du changement climatique sur les maladies vectorielles s'explique par la physiologie des vecteurs, en effet, les arthropodes vecteurs sont des organismes dont la température fluctue selon celle du milieu dans lequel ils vivent. Ils sont donc, à ce titre, particulièrement sensibles aux fluctuations de température. Ainsi, des modifications climatiques, en particulier de température, auront une influence majeure sur leur biologie ainsi que sur leurs interactions avec les agents infectieux. La pluviométrie et les conditions d'humidité déterminent quant à elles les environnements favorables au développement des vecteurs. (Andrew K. Githeko *et al.*, 2000).

I.2.3. Quelques maladies causées par des vecteurs

Parmi les nombreux arthropodes, plusieurs espèces sont considérées comme des vecteurs de maladie (Tableau 1), parmi ces vecteurs :

Les moustiques anophèles qui sont les vecteurs exclusifs de *Plasmodium* de mammifères, parasite responsable du paludisme. Quelque 30 espèces d'anophèles interviennent dans la transmission du parasite, avec chacune leurs particularités biologiques et écologiques. Dans certaines régions du monde, les anophèles jouent également un rôle dans la transmission de la filariose dont les vecteurs principaux sont les mêmes que ceux du paludisme est localisée dans les foyers où les moustiques sont le plus souvent abondants pendant la majeure partie de l'année. (Gérard Duvallet *et al.*, 2012).

Les **Aedes** sont des vecteurs qui causent la fièvre jaune se manifeste par exemple en Soudan par des flambées épidémiques. D'autres arbovirus que la fièvre jaune peut se manifester par des épidémies, leurs symptômes se rapprochent de ceux de la grippe. Citons Chikungunya transmise par les mêmes espèces que le paludisme. À côté de ces espèces vectrices il en existe d'autres qui, bien que ne transmettant aucun germe, constituent une nuisance certaine pour l'homme. (Rickenbach André, 1981).

Les **puces** constituent l'ordre des siphonaptères, à l'état adulte, les puces sont des ectoparasites qui infectent les mammifères (dont l'homme) et provoque la maladie de peste. (Gérard Duvallat *et al.*, 2012).

Tableau 1. Maladies véhiculées par les arthropodes. (Druart *et al.*, 2017)

Maladie	Agent infectieux	Vecteur
Malaria (Paludisme)	<i>Plasmodium spp.</i> En Afrique du Sud : <i>Plasmodium falciparum</i> <i>Marchiafava et Celli</i>	Les moustiques anophèles <i>A. arabiensis Patton</i> <i>A. gambiae sensu lato</i> <i>A. funestus Giles</i>
Peste	<i>Yersinia pestis</i>	<i>Siphonaptera</i>
Chikungunya	<i>Arbovirus</i>	<i>Aedes spp.</i> Et particulièrement <i>Aedes</i> <i>Aegypti Linnaeus</i>
Dangue	<i>Arbovirus</i>	<i>Aedes aegypti Linnaeus</i>
Fièvre jaune	<i>Arbovirus</i>	<i>Aedes simpsoni Theobald,</i> <i>Aedes africanus Roque,</i> <i>Aedes aegypti Linnaeus</i>
Filariose	<i>Nématodes : Wuchereria</i> <i>bancrofti Cobbold</i> <i>Onchocerca volvulus</i> <i>Leuckar</i>	<i>Culex spp.</i>
Onchocerciose	<i>Nematode : Onchocerca</i> <i>volvulus Leuckart</i>	<i>Simulium damonsum</i> <i>Latreille</i>

I.3. Généralité sur les moustiques

Les moustiques sont des diptères qui font partie de la famille des *Culicidae*, c'est un groupe important qui compte de l'ordre de 3500 espèces classées dans 2 sous-familles (*Anophelinae* et *Culicinae*) réparties dans 112 genres. **(Ralph E. Harbach, 20007)**

I.3.1. Cycle de vie des moustiques

Les moustiques femelles ne s'accouplent généralement qu'une seule fois et conservent le sperme dans des spermathèques tout au long de leur vie pour féconder tous les lots d'œufs successifs, elles ont besoin d'un repas sanguin pour porter leurs œufs à maturité, le il est pris entre le troisième et le sixième jour. Suivant la disponibilité d'un hôte, une femelle peut parcourir jusqu'à 3 km pour trouver un repas lui convenant, après chaque repas sanguin, la femelle se réfugie dans un abri (gîte de repos), jusqu'au développement complet des œufs. **(Pages. F et al., 2006).**

Les œufs des moustiques éclosent dans l'eau (mesurent 0.5 mm de long) qui doit être pure ou faiblement polluée et plus au moins boueuse pour donner des larves puis des nymphes aquatiques ; ensuite, l'émergence survient, favorisée par le réchauffement de l'eau, contrairement chez les adultes qu'ils sont aériens et vivent dans des milieux frais et humides. **(Célia Claeys et al., 2009).**

Parmi les moustiques, on trouve les Anophèles qui ont une position très particulière, car ils transmettent le paludisme comme l'une des principales maladies à transmission vectorielle dans le monde. **(Taghi Ghassemi-Khademi et al., 2021).**

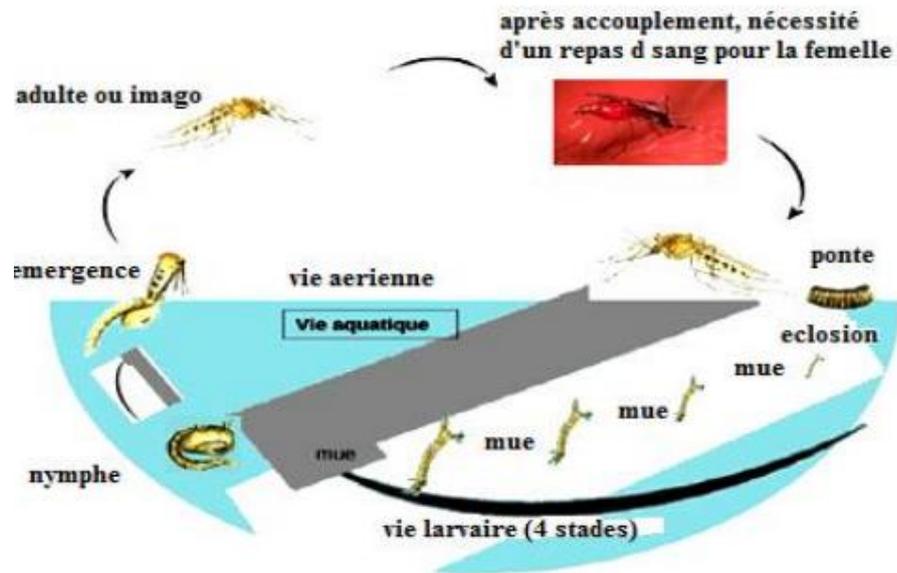


Figure 2. Cycle de vie d'un moustique (Culicidae) (Berchi, 2000)

I.3.2. Position taxonomique des Culex

D'après **Trari et al., (2002)** la position taxonomique de culex est la suivante :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous-embranchement : Antennata

Super-classe : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous-classe : Pterygota

Ordre : Diptera

Sous-ordre : Nematocera

Famille : Culicidae

Sous-famille : Culicinae

Genre : Culex

La famille des Culicidae, synonyme du terme courant de moustiques, comprend plus de 3300 espèces regroupées en 37 genres. Elle est divisée en 2 sous-familles : Culicinae qui comprend tous les genres de moustiques (34) autres que ceux de la sous-famille, avec les genres *Cules*, *Aedes*...etc et Anophelinae qui comprend les vecteurs de toutes les espèces de *Plasmodium* parasitant les sujets humains. (**Pierre Carnevale et al., 2009**).

I.3.3. Description morphologique

L'adulte comporte trois parties bien distinctes : la tête, le thorax et l'abdomen

La tête porte 4 éléments remarquables, deux gros yeux composés (avec de nombreuses ommatidies) mais pas d'yeux simples, on trouve aussi deux antennes (de 15 articles) avec un fort dimorphisme sexuel. Les mâles ont des antennes avec des soies longues et plumeuses comprenant les organes récepteurs de l'olfaction, pour la réception des phéromones, et de l'audition. Les femelles ont des antennes avec des soies verticillées, courtes et moins fournies que celles des mâles avec un appareil buccal de type suceur pour les mâles et vulnérant pour les femelles avec une composition de thorax de nombreuses plaques chitinisées sur la face dorsale (tergites), ventrale (sternites) et latérale (pleurites) avec deux paires de stigmates latéraux pour la respiration et de nombreuses soies et écailles pour reconnaître des espèces, le thorax porte aussi une paire d'ailes et trois paires de pattes, et enfin on trouve 10 segments au niveau de l'abdomen. (**Pierre Carnevale et al., 2009**).

I.3.4. Le rôle pathogène des *Culex sp.*

Pendant l'alimentation en sang, le moustique injecte de salive dans l'hôte vertébré, cette salive contient des composantes bioactifs qui peuvent jouer un rôle dans la transmission du pathogène et dans les relations hôte-vecteur en induisant une réponse immunitaire chez l'hôte vertébré. (**Sylvie Cornélie et al., 2007**).

La transformation des agents pathogènes se fait selon un cycle peu varié : contamination du moustique sur un hôte n°1 porteur de maladie, maturation et parfois multiplication de l'agent pathogène dans le corps du moustique, puis inoculation à un hôte n°2 d'un second repas sanguin. On distingue deux types d'agents pathogènes transmis par *Culex sp.* :

Virus

Famille des *Bunyaviridae* genre *Phlebovirus*, comme le virus de la Fièvre de la Vallée du Rift, zoonose dont l'espèce cible principale est le bétail (**Petit et al., 2003**). ce virus a provoqué des épizooties d'avortements chez les ovins et les caprins (**Gad et al., 1995**). Il peut être responsable de cas humains sporadiques ou épidémiques, ces cas peuvent être mortels, suite à d'importants symptômes hémorragiques.

Parasites

Dirofilaria repens, agent de la filariose sous-cutanée chez le chien, mais aussi chez le chat et l'homme. L'adulte se développe dans le tissu conjonctif sous-cutané. Cliniquement, des nodules de quelques millimètres à quelques centimètres de diamètre apparaissent. Ils sont indolores, prurigineux et localisés préférentiellement en région postérieure du corps (**Toral Y Caro, 2005**)

I.4. Méthodes de lutte antivectorielle**I.4.1. La lutte biologique**

Considérée comme l'utilisation par l'homme d'ennemis naturels tels que des prédateurs, des parasitoïdes ou des agents pathogènes pour contrôler des populations d'espèces vecteurs et les maintenir en dessous d'un seuil de nuisibilité. La lutte biologique est une discipline scientifique basée sur les connaissances de la biologie de chacun des organismes impliqués, mais aussi sur la prise en compte des relations complexes qui s'instaurent entre ces organismes. Pour mettre en place des programmes de lutte biologique, il est nécessaire de comprendre et évaluer des interactions entre organismes vivants ainsi que les interactions environnementales. (**Lydie Suty, 2010**).

I.4.2. La lutte chimique

Dans ce cas, des insecticides chimiques sont utilisés. Ces molécules sont devenues un élément important dans la lutte contre les vecteurs de maladies, pour réduisant le nombre de moustiques adultes infectants et ceci par l'arrêt des fonctions vitales de ce dernier. (**Bernard J. R. Philogène, 1985**)

I.4.3. La lutte écologique

D'après **Azondékon et Vigninou (2007)**, la lutte écologique est l'ensemble des mesures environnementales qui font obstacle à la reproduction des moustiques, ou qui conduisent à l'élimination des gîtes larvaires. Elle vise la destruction des gîtes et la modification de l'environnement de façon à le rendre défavorable à la survie de l'arthropode, par la suppression des récipients abandonnés et l'obturation des creux d'arbre par des ciments, par le ramassage et le traitement des ordures ménagères et la régulation des berges, des fleuves et des étangs évitant la formation des mares résiduelles.

I.4.4. La lutte génétique

L'emploi de toutes les conditions ou méthodes de traitement susceptibles de diminuer le potentiel reproducteur des insectes nuisibles, par altération ou modification du matériel héréditaire. Divers moyens peuvent être utilisés, dont les principaux consistent à introduire dans la population des individus mâles préalablement stérilisés au laboratoire par l'action d'agents physiques (radiostérilisation) ou chimiques (chimiostérilisation). Ces mâles stériles entreront en compétition, pour l'accouplement avec les mâles normaux de l'espèce correspondante. De même, il est possible de sélectionner des individus viables et fertiles, porteurs d'anomalies héréditaires, soit naturelles soit induites. (Cuisance D., Barré N. 1994).

I.5. Présentation de la plante « L'Ortie (*Urtica dioica* L.) »

I.5.1. Généralité sur l'Ortie

L'Ortie dioïque appelée aussi grande Ortie, est une espèce très répandue, elle pique et possède le plus de propriétés mises à profit par l'homme. L'Ortie, préfère les endroits ombragés et favorise la croissance de certaines plantes comme la menthe et les tomates et elle donne plus d'arômes à certaines herbes comme la sauge et la menthe poivrée. C'est une plante vivace et ses racines appelées rhizomes survivent en terre durant l'hiver, tandis que sa partie aérienne, tige et feuilles, fane. Pouvant atteindre un mètre cinquante centimètres de hauteur (Mostade, 2015).

L'Ortie pousse spontanément le long des murs et des chemins, au bord des haies ou des fossés et bien sûr comme beaucoup le savent, dans les jardins et les montagnes (Couplan, 2013). On la retrouve sur des sols riches dans des forêts suite à des coupes, mais aussi sur tout terrain laissé en friche. Elle est adaptée à de larges conditions climatiques (Guy Baudoin, 2004).



Figure 3. *Urtica dioica* L. (Boumerdès, 2021)

I.5.2. Dénomination de l'Ortie

Le nom latin de l'Ortie est *Urtica dioica*, se disait *Urtica* en latin mot venant lui-même du verbe urere signifier brûler par extension urticaire, se disent de toutes espèces démangeaison similaires à celles provoquées par les piquantes d'Ortie. (Valnet J. 1992).

Le nom d'espèce dioïca, dioïque en français concerne un végétal dont les fleurs mâles et femelles sont portées par des pieds différents (Bertrand, 2008).

Nom scientifique : *Urtica dioica* L.

Nom français : Grande ortie, ortie piquante, ortie commune, ortie vivace.

Nom anglais : Nettle

Nom arabe : Harayig

Nom kabyle : Azegduf

I.5.3. Systématique de l'Ortie

L'Ortie appartenant à la famille des urticacées, elle regroupe une trentaine d'espèces de plantes herbacées à feuilles velues (François *et al.*, 2016).

Selon Quezel et Santana (1963), *Urtica dioica* appartient au :

Règne : Plantae (plantes).

Sous-règne : Tracheobionta (plantes vasculaires).

Embranchement : Magnoliophyta (phanérogames)

Sous- embranchement : Magnoliophytina (angiospermes).

Classe : Rosidaeae.

Sous-classe : Rosidaeae dialycarpellées.

Ordre : Rosales.

Famille : Urticaceae.

Genre : *Urtica*.

Espèce : *Urtica dioica* L.

I.5.4. Origine et aire de répartition

La grande Ortie est d'origine eurasiatique, aujourd'hui présente dans le monde entier et dans toutes les régions montagneuses jusqu'à 2400m (Draghi, 2005). Elle s'est répandue dans toutes les régions tempérées du monde. On La rencontre plus en Europe du Nord qu'en Europe

de sud, en Afrique du nord, en Asie et largement distribuée en Amérique du Nord et sud (**Brisse et al., 2003**).

En Algérie, l'Ortie est commune dans tout le littoral algérien (Djurdjura, Atlas de Blida, Miliana, Boumerdès) (**Beloued, 1998**).

I.5.5. Description botaniques

L'Ortie est une plante herbacée, vivace mesurant de 0,6 à 1,2 m de haut (**Draghi, 2005**). Les feuilles sont d'un vert frais, opposées, pétiolées, stipulées, ovées, dentées et velues sur les deux faces. Ses tiges robustes sont dressées (peuvent atteindre jusqu'à 1,5m de hauteurs). Les poils urticants sont la principale caractéristique des Urticaceae. Ils sont riches en substances urticantes (acéthylecholine, sérotonine, histamine, acide formique, formiate de sodium et leucotriène) responsables de leur pouvoir urticant. Les fleurs sont unisexuées, très petites, apparaissant de juin à septembre, et sont disposées à l'aisselle des feuilles, en grappes ramifiées (**Testai et al., 2002 ; Kavalali et al., 2003**). Les racines de la grande ortie sont des rhizomes-tiges souterraines jaunâtres, traçants et abondamment ramifiés. Elles fixent l'azote de l'air grâce à l'action des micro-organismes *Rhizobium* et *Frankia* (**Langlade, 2010 ; Delahaye, 2015**) (**Figure. 4**).

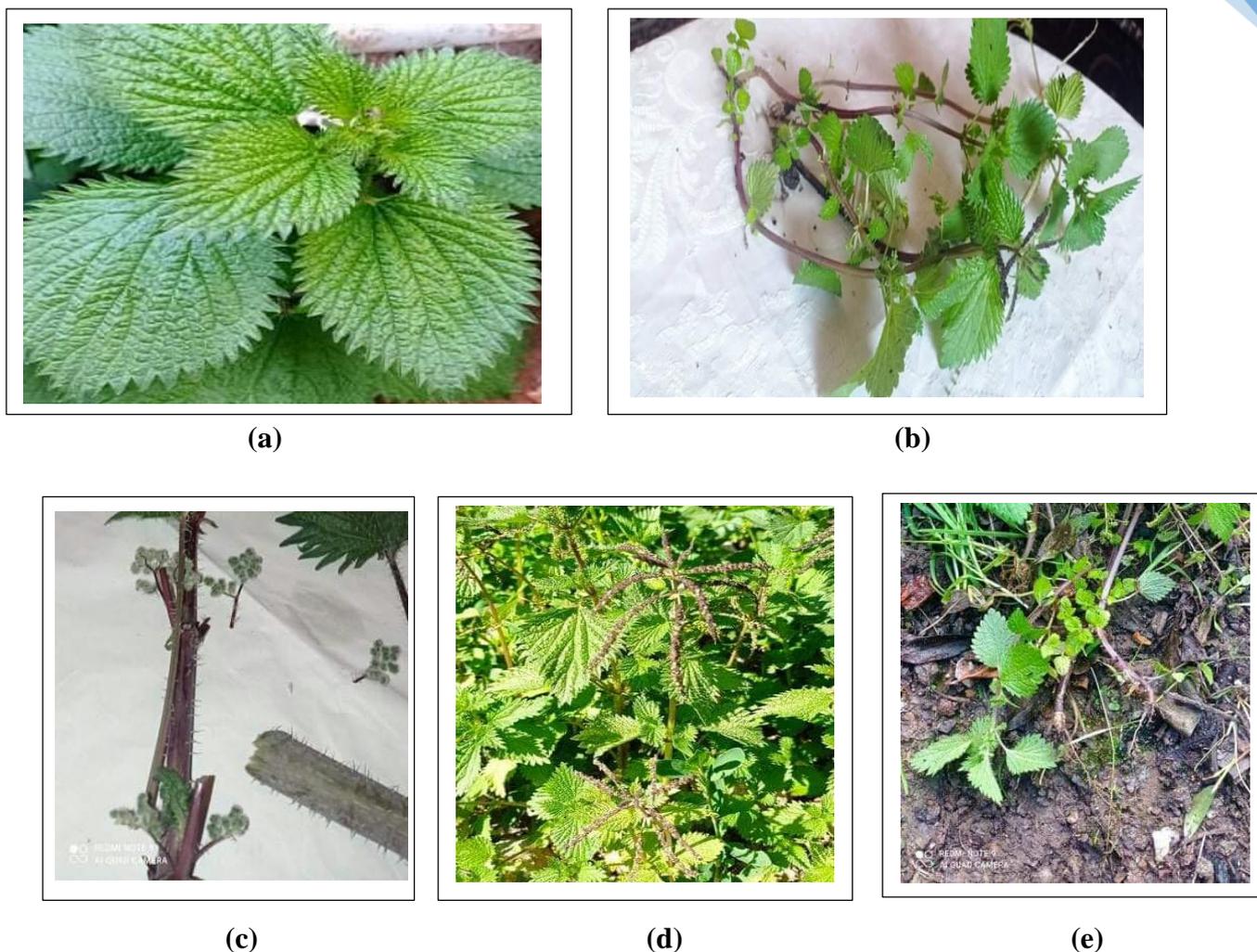


Figure 4. Les différentes parties de l'ortie, (*Urtica dioica* L). (Boumerdès, 2021)

(a) : Les feuilles, (b) : les tiges, (c) : poils urticants, (d) : Fleur, (e) : Racines

I.5.6. Composition chimique

Les constituants chimiques de la grande Ortie sont des molécules d'intérêt connu, car les extraits des racines et des feuilles sont largement utilisés en médecine traditionnelle, dans de nombreuses régions du monde (Draghi, 2005).

Les poils renferment l'acide formique, l'histamine, l'acétylcholine, la sérotonine et les leucotriènes (Kavalali, 2003). Les racines renferment des polysaccharides, une lectine et de nombreux composés phénoliques (acides phénols, scopolétol, aldéhydes et alcools phénylpropaniques, homovanillique et des lignanes) (Kraus et Spiteller, 1990 ; Bombardelli et Morazzoni, 1997). Les feuilles de l'ortie sont riches en flavonoïdes, ainsi qu'en composés phénolique, en acides organiques, en vitamines et en sels minéraux (Ait Haj Said *et al.*, 2016).

Certains scientifiques estiment que cette plante peut contenir jusqu'à sept fois plus de vitamines que les agrumes (Mostade, 2015).

I.5.7. Utilisation de l'Ortie

L'utilisation de l'Ortie est multiple, on l'emploie en agriculture, en alimentation, en cosmétique, en teinture, dans l'industrie du textile et à des fins médicinales.

I.5.7.1. Utilisation agricole

L'Ortie est utilisée en purin comme tonique universel, en pulvérisation foliaire sur les plantes. Le purin d'Ortie a aussi l'avantage de renforcer les défenses naturelles des plantes et d'avoir une certaine utilisation soit comme fertilisation, soit en traitement préventif de certaines maladies ou invasions de parasites. Il sert de fongicide (contre le mildiou), d'insecticide (contre les pucerons et acariens) et d'activateur ou de régulateur de croissance des végétaux. (**Draghi, 2005**).

I.5.7.2. Utilisation alimentaire

L'Ortie est également très utilisée à des fins alimentaires : facilement digestible avec un taux élevé en minéraux (spécialement en fer), vitamine C et provitamine A (**Allardice, 1993 ; Bnouham et al., 2003**).

Les feuilles perdent leur caractère irritant dès qu'elles sont cuisinées ou séchées. L'Ortie est utilisée comme l'épinard, elle est particulièrement délicieuse en soupe avec des pommes de terre, du poireau, du cresson du chou ou des légumineuses. Les feuilles plus tendres et les variétés moins piquantes peuvent être utilisées crues hachées finement, contenant beaucoup de chlorophylle, elles resteront d'un beau vert si elles cuisent peu (**QA International, 1996 ; Couplan, 2009**).

I.5.7.3. Utilisation industrielle

L'une des principales utilisations domestiques de l'Ortie surtout les tiges sont intégrées en industrie pour la fabrication de tissu, teinture, colorants (grâce à leurs richesses en chlorophylles), et papier (**Draghi, 2005**). L'Ortie est utilisée parfois pour fabriquer des filets de pêche et des cordages, c'est l'une des plus anciennes plantes textiles, ses fibres ont longtemps servi à fabriquer des cordes, des filets et des tissus (**Couplan, 2012**). La fibre contient 86,5% de cellulose. Elle est fine. Possède un poids spécifique faible et une résistance assez haute (**Guy Baudoin, 2004**).

I.5.7.4. Utilisation médicinale

L'Ortie est un tonique général de l'organisme. C'est également un excellent diurétique, utilisé contre les dermatoses rebelles : Eczéma, psoriasis et dartres. La décoction de feuilles d'Ortie, fraîches ou séchées, possède des propriétés diurétiques et galactagogues (elle fait monter le lait). On la conseille donc aux nourrices. Les vertus astringentes de cette plante sont mises à profit contre les hémorragies d'origines diverses : crachements de sang, règles trop

abondantes, saignements de nez ...etc. Ces vertus anti diarrhéiques sont certaines et se montrent précieuses dans les diarrhées des tuberculeux et des affaiblis, ou les entérites muco-membraneuses. Les Orties contribueraient, en outre, à faire baisser le taux de sucre dans le sang et seraient utiles dans les cas de diabète. En usage externe, on en prépare des lotions qui passent pour tonifier le cuir chevelu et pour aider à combattre la calvitie. Les rhizomes d'Ortie s'avèrent efficaces contre les troubles de la prostate. Quant aux graines d'Ortie, qui pendent de l'aisselle des feuilles durant tout l'été, certains leur attribuent des vertus aphrodisiaques (**Couplan, 2013**).

I.5.8. Métabolites secondaires des plantes

Les métabolites secondaires sont des molécules organiques complexes synthétisées et accumulées en petites quantités par les plantes (**Iutge et al., 2002**). Elles sont caractérisées généralement par de faible concentration dans les tissus végétaux (**Newman et al., 2012**). Ces molécules jouent un rôle dans l'adaptation des plantes à leur environnement et représentent également une source importante de produits pharmaceutiques (**Bourgaud et al., 2001**).

I.5.8.1. Les alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des substances organiques azotées relativement stables d'origine végétale (**Mauro, 2006**), et de distribution restreinte à caractère alcalin. Ils présentent une structure moléculaire hétérocyclique complexe. Les alcaloïdes existent rarement à l'état libre dans la plante, le plus souvent ils sont combinés à des acides organiques ou à des tanins (**Roux et al., 2007**).

I.5.8.1.1. Rôles des alcaloïdes

Les alcaloïdes possèdent une activité pharmacologie significative. Bien que beaucoup d'entre eux sont employés pour leurs propriétés analgésiques comme la morphine et la codéine, ils sont également utilisés dans la cadre de protocoles de sédation (anesthésie, atropine). Ils sont souvent accompagnés des hypnotiques, ou comme agents antipaludéens (quinine, chloroquinine) ou agents anticancéreux (taxol, vinblastine, vincristine), mais certains d'entre eux sont toxiques (la strychnine ou l'aconitine) (**Zenk et al., 2007**).

I.5.8.2. Les polyphénols

Le terme « *polyphénols* » est fréquemment utilisé dans le langage courant et même dans des articles scientifiques ou de vulgarisation pour désigner l'ensemble des composés phénolique des végétaux donc la désignation générale « composé phénolique » concerne à la

fois les mono, les di et les polyphénols dont les molécules contiennent respectivement une, deux ou plusieurs fonctions phénoliques (**Fleuriet et al., 2005**).

Les différentes parties de la plante possèdent des quantités en polyphénols variables selon l'espèce végétale et le groupe phénolique considéré (**Bamforth, 2000**). Ils sont constitués des composés chimiques aromatiques contenant au moins une fonction phénol, c'est-à-dire d'un noyau aromatique lié à un ou plusieurs groupements hydroxyles (**Lattanzio et al., 2006**).

I.5.8.2.1. Classification des polyphénols

Une classification de ces substances a été proposée par **Harborne en 1980**. On peut distinguer les différentes classes des polyphénols en se basant d'une part, sur le nombre d'atomes constitutif et d'autre part, sur la structure de squelette de base. Deux principales classes sont largement répandues :

- Les flavonoïdes.
- Les tanins.

a. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont désignés sous le nom de vitamine P (P étant la première lettre de mot perméabilité), en raison de leur efficacité à normaliser la perméabilité des vaisseaux sanguins (**Nijveldt et al., 2001**).

Ces biomolécules renferment une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols (**Seyoum et al., 2006**). Ils sont considérés comme des pigments quasiment universels des végétaux, qui sont en partie responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles (**Guignard, 1996 ; Medic et al., 2003**). A l'état naturel les flavonoïdes se trouvent le plus souvent sous forme d'hétérosides (**Bruneton, 1999 ; Ghestem et al., 2001**) (**Figure 5**).

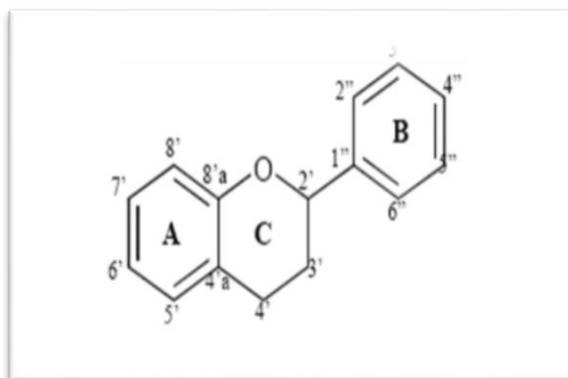


Figure 5. Structure générale des flavonoïdes

b. Les tanins

Les tanins sont des substances polyphénoliques hydrosolubles de structure variée, de saveur astringente (**Hurabielle, 1981**) naturellement produits par les plantes qui ont la propriété de transformer la peau fraîche en un matériau imputrescible : le cuir. Cette propriété de tannage provient de la création de liaisons entre les molécules de tannins et les fibres de collagène de la peau, et à leur aptitude à se combiner à des macromolécules (protéines, polysaccharides...) et à d'autres polymères organiques tels que des glucides, des acides nucléiques, des gélatines, des stéroïdes et des alcaloïdes pour former un précipité (**Bruneton, 1999**).

I.5.8.2.2. Rôles des polyphénols

Les polyphénols possèdent des propriétés biologiques diverses d'où leur utilisation en thérapeutique. Ils participent dans la protection contre certaines maladies en raison de leur interaction possible avec de nombreuses enzymes et de leur propriétés antioxydants (**Fleuriet *et al.*, 2005**).

Le présent travail, réalisé sur la partie aérienne de l'Ortie (*Urtica dioica* L.), porte essentiellement sur l'évaluation de l'activité insecticide de l'extrait aqueux et l'extrait éthanolique sur les larves de moustique de genre *Culex* au stade de développement L4.

L'expérimentation s'est déroulée au niveau du laboratoire pédagogique de la spécialité Biologie des Populations et des Organismes de l'Université M'Hamed Bougara de Boumerdès.

II.1. Matériel

II.1.1. Matériel biologique

II.1.1.1. La plante (*Urtica dioica* L.)

Le matériel végétal utilisé dans ce travail est représenté par la plante *Urtica dioica* L. plus précisément la partie aérienne de celle-ci, à savoir les feuilles, les tiges, et les fruits, récoltée dans la wilaya de Boumerdès.

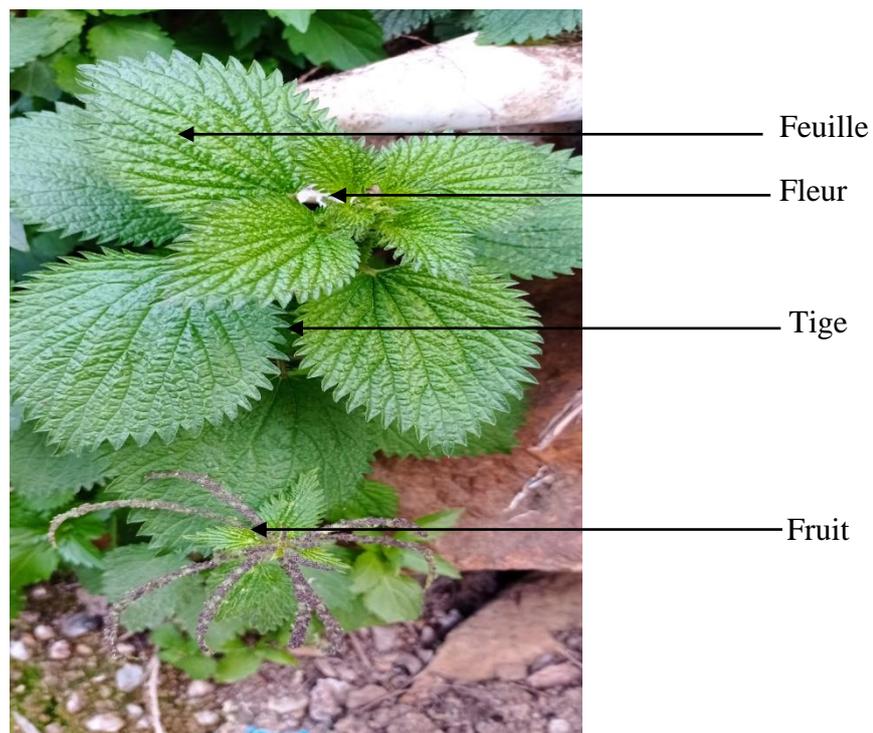


Figure 6. *Urtica dioica* L. (Boumerdès, 2021)

II.1.1.2. Les moustiques

Les larves de moustiques ont été collectées à partir d'un site non traité, dans le jardin de l'université de Boumerdes.

Les larves récoltées, ont été triées par la suite en fonction de leur stade de développement et placées dans des récipients aérés contenant et de la nourriture constituée de miettes de biscuit.



Figure 7. Site de récolte des larves (Boumerdès, 2021)



Figure 8. Larves de moustiques après collecte (Boumerdès, 2021)

II.1.2. Matériel non biologique

La réalisation de ce travail, a nécessité un ensemble de verreries, de produits chimiques, de réactifs et d'appareillages.

- ✓ **La verrerie :** représentée par les tubes à essai, béchers, erlenmeyers, pipettes pasteur, pipette gradué, boîte de Pétrie en verre ;

- ✓ **Solvants d'extractions** : deux types de solvants ont été utilisés, l'éthanol à 80% et l'eau distillée ;
- ✓ **Appareillage** : balance de précision, rotavapeur (BUCHI R210, France), spectromètre infrarouge Thermo Scientific (NICOLET iS10).

II.2. Méthodes

Ce travail comprend plusieurs étapes (Figure 9), il est structuré comme suit :

- Récolté et entretien de la plante (*Urtica dioica* L.) ;
- Extraction de biomolécules de cette plante par deux types de solvants pour obtenir un extrait aqueux et un extrait éthanolique ;
- Calcul du rendement de l'extraction ;
- Caractérisation spectrale par infrarouge de la poudre de la plante ;
- Evaluation du potentiel insecticide des extraits de l'ortie sur les larves de moustique de genre *Culex*.

Les principales étapes de ce travail sont illustrées dans la figure suivante :

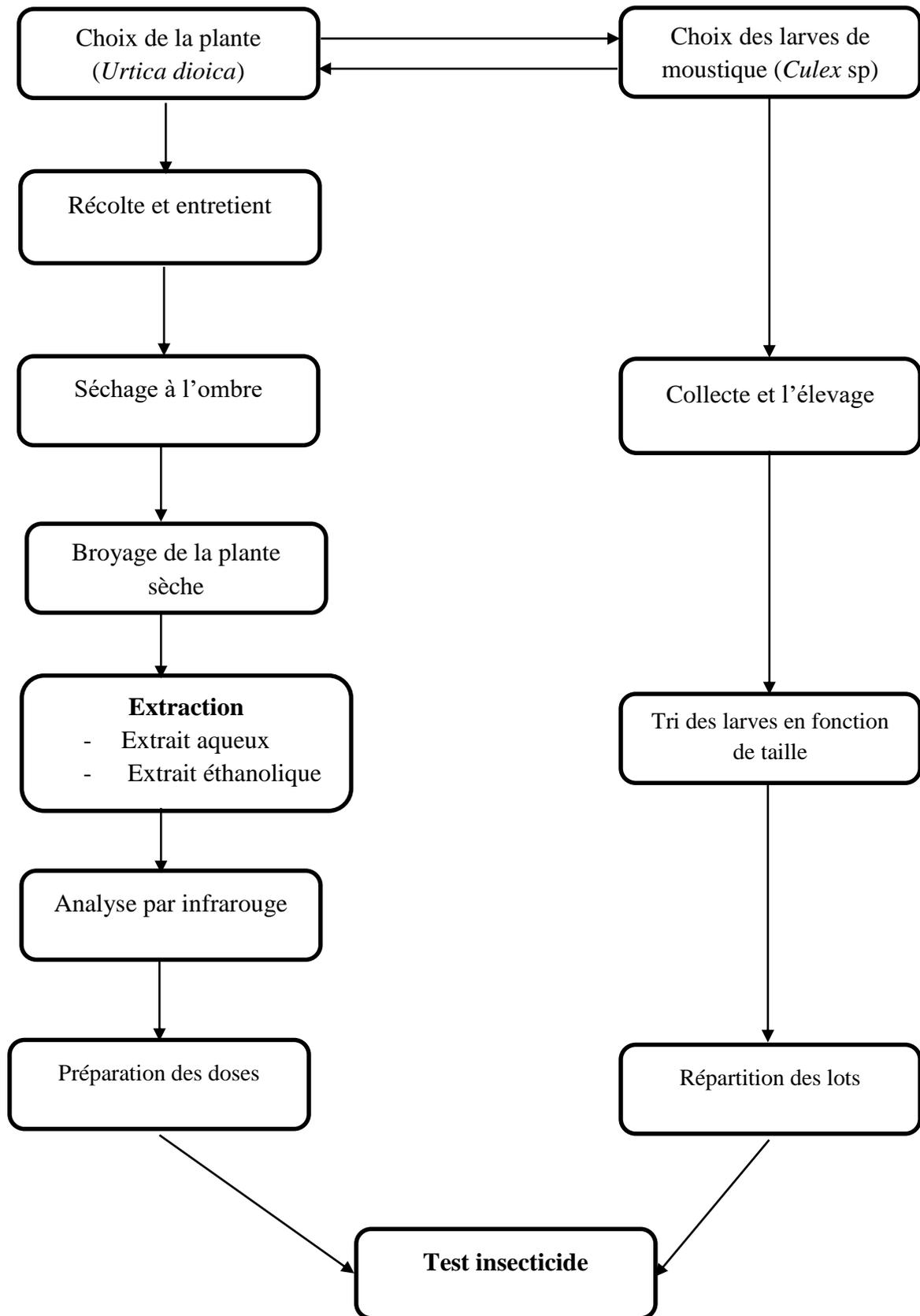


Figure 9. Schéma des différentes étapes du travail

II.2.1. Récolte de la matière végétale

La récolte de la plante est effectuée au printemps dans la wilaya de Boumerdes, cette dernière est caractérisée par un climat méditerranéen, elle est divisée géographiquement en trois zones principales, les collines et les hauteurs vers le Sud, les plaines au centre et le littoral vers le Nord.

Sur le plan administratif, elle est limitée à l'est par la wilaya de Tizi Ouzou et à l'ouest par la wilaya d'Alger, au nord on trouve la mer Méditerranée et au sud-ouest la wilaya de Blida.

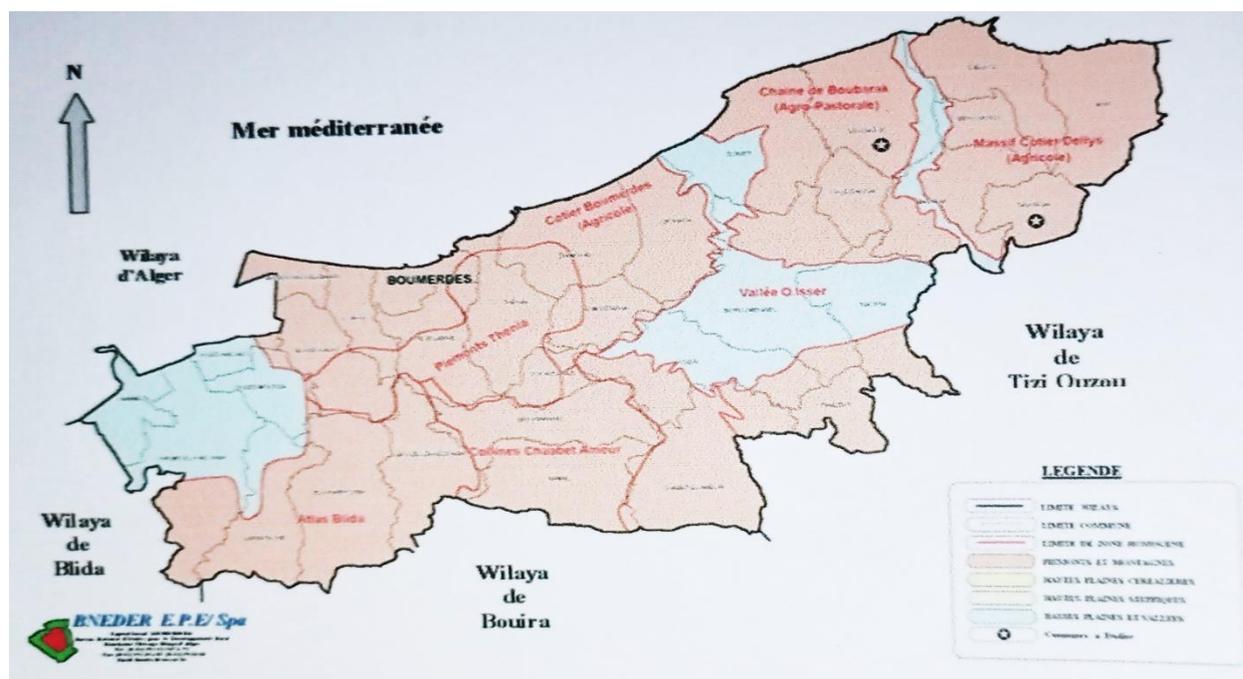


Figure 10. Carte géographique de la wilaya de Boumerdes (Bneder, 1996).

Après récolte, les parties aériennes de cette plante sont réduites en petits morceaux, ensuite elles sont séchées dans un endroit aéré à l'abri du soleil, c'est-à-dire à l'ombre et à température ambiante pendant environ un mois. Une fois séchée, la plante sèche est transformée en poudre très fine à l'aide d'un broyeur électrique de type (Braun AG, Spain). La poudre ainsi obtenue servira à l'étude phytochimique et à la préparation des différents extraits.



Figure 11. Récolte de la plante (*Urtica dioica* L.) (Boumerdès, 2021).



Figure 12. Séchage de la plante (*Urtica dioica* L.) (Baghlia, 2021)



Figure 13. Plante broyée (Baghlia, 2021)

II.2.2. Préparation des extraits végétaux

La plupart des extraits naturels de plante peuvent contenir de nombreuses molécules biologiquement actives, qui ont un large spectre d'action en pharmacologie (Bougandoura *et al.*, 2012). Dans cette étude, deux extraits botaniques ont été préparés à partir de la poudre de l'Ortie, l'extrait aqueux et l'extrait éthanolique.

II.2.2.1. Préparation de l'extrait aqueux

a. Principe

Le principe de cette extraction consiste à la préparation d'une infusion à partir de la poudre sèche des parties aériennes de la plante.

b. Mode opératoire

Afin d'extraire les biomolécules de cette plante, 50g de la poudre végétale sont mélangés avec 500 mL d'eau distillée préalablement portée à l'ébullition. L'infusion dure de 20 à 30 minutes, sous l'action d'un agitateur. La solution obtenue subit une première filtration à l'aide de la mousseline, ensuite une deuxième filtration à l'aide de papier filtre. La solution filtrée représente une solution stock initiale à 10%. (Bnouham *et al.*, 2003).

II.2.2.2. Préparation de l'extrait éthanolique

a. Principe

La propriété de la solubilité des biomolécules sont variés, certains sont solubles dans l'eau et l'alcool, alors que d'autres ont des propriétés hydrosolubles extrêmement faible. De ce

fait, le principe d'extraction des drogues végétales dépend de leur degré de solubilité de dans les solvants organiques. (Bruneton, 1999).

b. Macération

L'obtention de l'extrait éthanolique de l'Ortie nécessite une étape de macération dans l'éthanol. Le protocole expérimental consiste à macérer 50g de la poudre végétale dans 150 mL d'éthanol à 80% pendant 24h. Après filtration par la mousseline, le sédiment obtenu a subi à son tour une deuxième extraction comme précédemment décrite. Cette opération est réalisée 03 fois afin d'épuiser au maximum la poudre végétale de ses biomolécules. Les trois filtrats sont combinées, filtrés et conservé à 4°C pendant 24 heure, puis évaporé à sec à 45°C à l'aide d'un évaporateur rotatif de type BUCHI R-210.

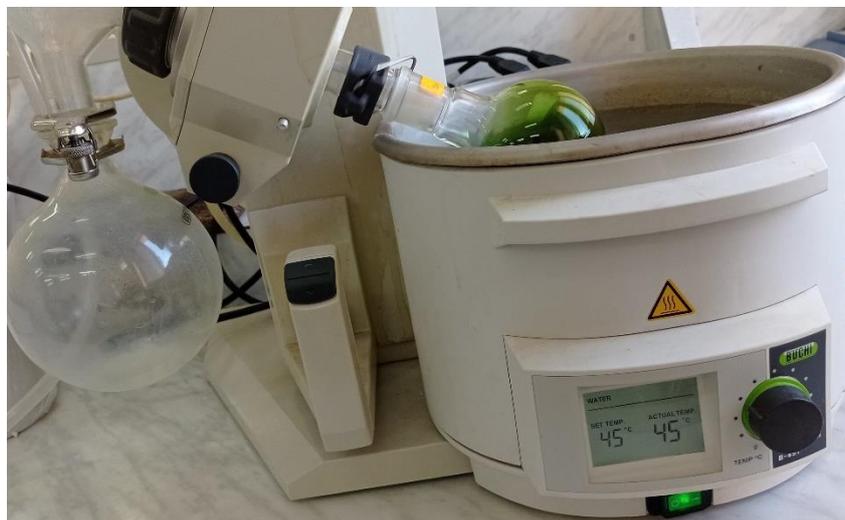


Figure 14. Processus d'évaporation à l'aide d'un rotavapeur (Originale, 2021)

Le protocole d'extraction éthanolique est résumé dans le schéma suivant :

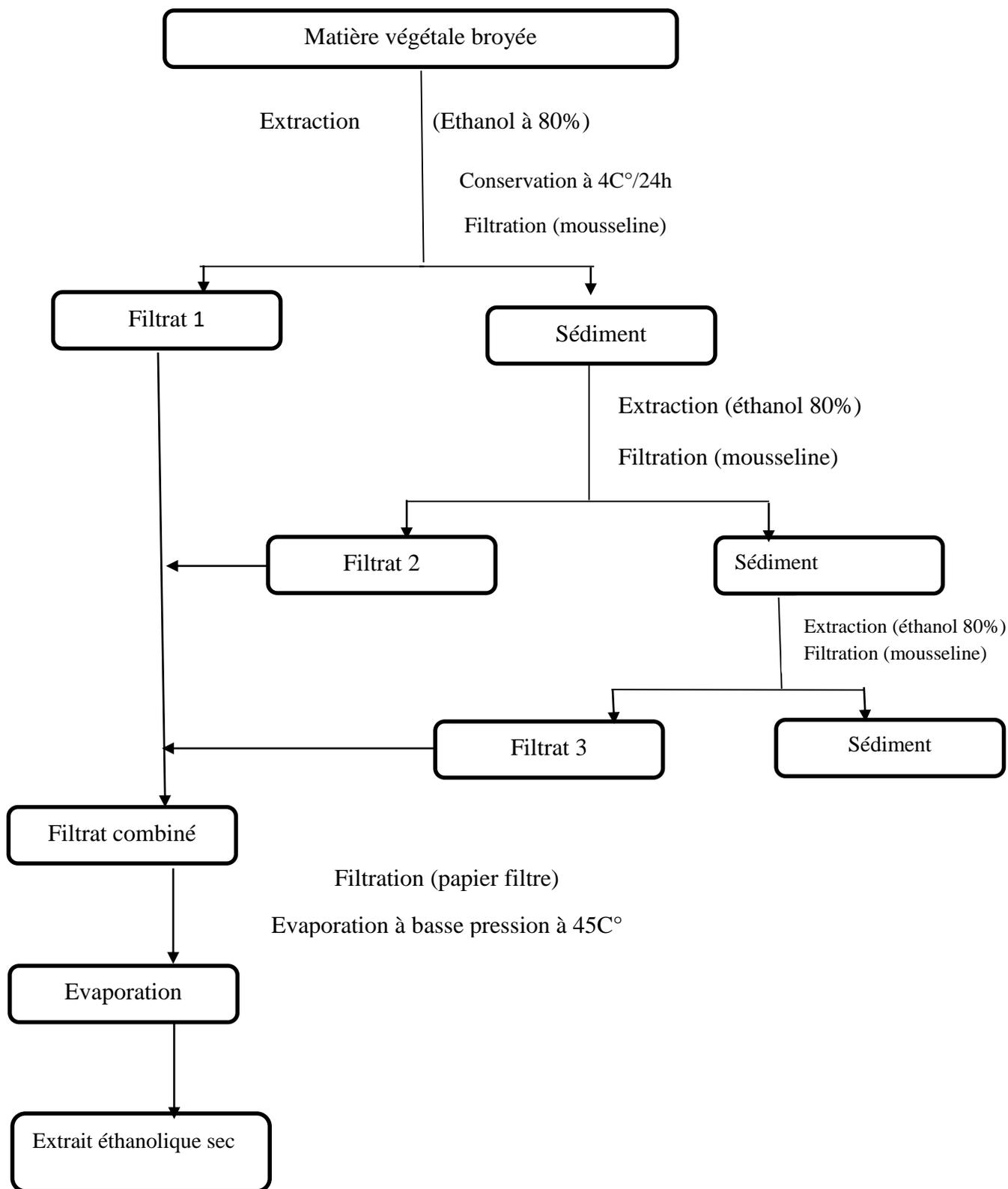


Figure 15. Protocole d'extraction éthanolique de la poudre d'*Urtica dioica* L. (Markham, 1982 ; Bruneton, 1999).

c. Calcul du rendement

Le rendement de d'extraction est déterminé par la différence entre le poids du ballon plein (après l'évaporation) et le poids du ballon vide, le résultat est divisé sur la masse totale de la poudre végétale utilisée dans cette opération. Le rendement d'extraction est exprimé en pourcentage et calculé à partir de la formule ci-dessus

$$R(\%) = \frac{M - M0}{Mt} \times 100$$

Avec :

R% : Rendement de l'extraction

M : Masse de ballon avec l'extrait (g)

M0 : Masse de ballon vide (g)

Mt : Masse de la poudre végétale initiale (g)

Le rendement d'extraction varie en fonction de l'espèce végétale, l'organe utilisé pour l'extraction, le stade de la plante, les conditions de séchage et à la nature du solvant utilisé au cours de l'extraction. Ce rapport, représente le pourcentage du principe actif dissout dans le solvant organique utilisé pour l'extraction par rapport au poids du végétal utilisée pour cette extraction. (Kemassi, 2014).



Figure 16. Ballon avec l'extrait après l'évaporation (Originale, 2021)

II.2.3. Analyse spectrale par infra-rouge

a. Principe

La spectrométrie infrarouge repose sur un principe de de l'absorption de la lumière par la plupart des molécules dans la région de l'infrarouge du spectre électromagnétique et en convertissant cette absorption en vibration moléculaire. Cette absorption correspond spécifiquement aux liaisons présentes dans la molécule. Avec un spectromètre, cette absorption du rayonnement infrarouge par le matériau de l'échantillon est mesurée en fonction de la longueur d'onde. (Bertrand *et al.*, 1987).

b. Mode opératoire

L'échantillon de plante (*Urtica dioica*) en poudre est incorporé à un support qui n'absorbe pas dans l'IR moyen, un mélange homogène de poudre *Urtica dioica* /poudre KBr est préparé puis finement broyé. Il est déposé dans un moule puis soumis à une très forte pression dans une presse hydrique.

Le porte-échantillon contenant la pastille KBr/produit est placé dans le comportement de mesure du spectro sur le trajet du faisceau incident. Le signal est enregistré par le détecteur du spectro, qui transforme le signal analogique en un signal numérique manipulable par le système informatique.

II.2.4. Evaluation de l'effet insecticide

II.2.4.1. Activité larvicide de l'extrait aqueux

Le potentiel insecticide de l'extrait aqueux de l'Ortie est évalué vis-à-vis les larves de moustiques de quatrième stade, à différentes concentrations allant de 3 à 10%.

La méthodologie suivie est inspirée de la technique des tests de sensibilité normalisés par l'organisation mondiale de la santé, adoptée pour tester la sensibilité des larves de moustiques, vis-à-vis des insecticides utilisés en campagnes de lutte (OMS, 1963).

A partir de l'extrait stock initial, qui a une concentration de 10%, une série de concentration de 10, 7, 5, 3% a été préparée en ajoutant un volume approprié d'eau de gîte.

Les tests sont réalisés dans des béchers contenant chacun 20 mL de chaque concentration de l'extrait aqueuse avec 10 larves de la même espèce. Le lot témoin contient aussi 10 larves placées dans 20 mL d'eau de gîte. Chaque test est répété trois fois afin de vérifier la validité des résultats.

Le nombre de larves mortes est compté dans le lot traité et le lot témoin après des temps de contact de 4h, 8h, 12h, 16h, 24h, 48h, 72h, 96h, 120h.

Les étapes mentionnées ci-dessus sont résumées dans le schéma suivant :

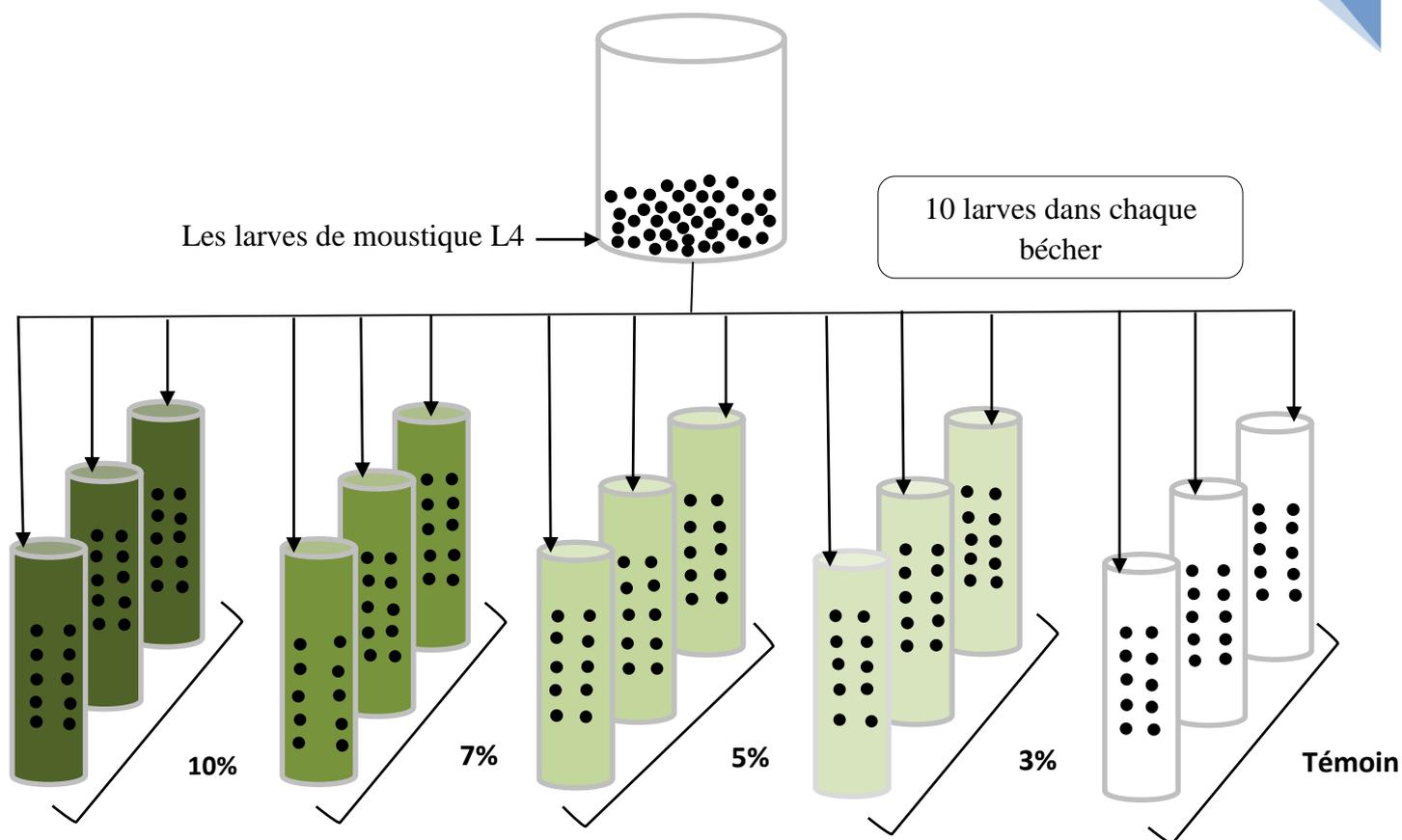


Figure 17. Test d'exposition des larves aux différentes concentrations des extraits aqueux d'*Urtica dioica* L.

II.2.4.2. Activité larvicide de l'extrait éthanolique

L'activité larvicide de l'extrait éthanolique de l'Ortie est évaluée vis-à-vis les larves de quatrième stade de moustique de genre *Culex*. Pour ce faire, une solution stock de 20 mg/ml est préparée en faisant dissoudre 1,5 g de l'extrait éthanolique sec dans 75 ml d'eau distillée. A partir de cette solution, une série de concentration de 10, 7, 5, 3 mg/mL a été préparée.

Dix larves vivantes de moustique sont placées dans chaque béccher contenant chacun 20 mL de chaque concentration préalablement préparée. Le béccher du lot témoin reçoit 20 mL d'eau de gîte avec 10 larves de moustique.

Le comptage des larves mortes est effectué après 2h, 4h, 6h, 10h, 12hh et 24h de contact.

II.2.4.3. Expression des résultats de test insecticide

Le pourcentage de mortalité observé chez les larves L4 de moustique de genre *Culex* après l'action de chaque extrait (extrait aqueux et extrait éthanolique) a été calculé par la formule suivante :

$$\text{Taux de mortalité \%} = (\text{Nombre de mort} / \text{Nombre total d'individus}) \times 100$$

Les mortalités observées ont été corrigées à l'aide de la formule d'Abbott (1925), en tenant compte des mortalités naturelles qui peuvent survenir dans les lots témoins.

$$Mc = [(M2 - M1) / (100 - M1)] \times 100$$

Avec :

M1 : Pourcentage de mortalité dans le lot témoin.

M2 : Pourcentage de mortalité dans le lot traité.

Mc : Pourcentage de mortalité corrigée.

II.2.4.4. Détermination de la DL50

La DL50 est la dose létale qui correspond à la quantité d'une matière administrée en une seule fois qui cause la mortalité de 50% de population d'un groupe traité. La DL50 est une façon de mesurer le potentiel toxique à court terme d'une matière (Tedonkeng Pamo *et al.*, 2002), elle est calculée par la formule suivante :

$$Y = a + \log (X)$$

Avec :

Y : Valeur de probit correspondant à l'effet insecticides

X : Doses des extraits testés

a : La pente

II.2.4.5. Détermination de la TL50

Le TL50 est le temps nécessaire pour que 50% des individus d'une population soit morte suite à un traitement par une substance donnée. Les calculs de temps léthal 50 ont été effectués en dressant la droite de régression des probilts correspondants aux pourcentages des mortalités en fonction des logarithmes des temps de traitement. (Kemassi *et al.*, 2019)

$$Y = a + \log (X)$$

Avec :

Y : Valeur de probit correspondant à l'effet insecticide (probit des mortalités corrigées).

X : Temps

a : La pente.

II.2.4.6. Analyse statistique des résultats

Les résultats de l'activité insecticide de l'extrait aqueux et l'extrait éthanolique de *U. dioica* L. ont été exprimés en moyenne \pm erreur standard à la moyenne (ESM). La comparaison statistique entre les groupes a été effectuée avec une ANOVA en utilisant le système de présentation statistique, Statistica version 6. Une valeur de P <0,05 a été considéré comme significative.

III.1. Résultat de l'extraction

L'extrait aqueux obtenu à partir de 10 g de la poudre de l'Ortie dans un volume de 100 mL d'eau distillée présente une couleur vert clair. Par ailleurs, l'extrait éthanolique obtenu par macération dans l'éthanol à partir de 50g de la même plante a une couleur vert foncé.

Les valeurs des rendements des extractions sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 2. Rendement d'extraction de l'extrait aqueux et l'extrait éthanolique d'*U. dioica* L.

Extrait	Rendement (%)
Extrait aqueux	1,14%
Extrait éthanolique	4,28%

Le rendement de deux extractions est de 1,14% et de 4,28% pour l'extrait aqueux et l'extrait éthanolique respectivement. Ce rendement varie selon le solvant d'extraction, puisque chaque solvant est capable d'extraire des composés phytochimiques qui ne peuvent être obtenus probablement que par l'utilisation de celui-ci, et car l'activité pharmacologique d'un extrait d'une plante dépend du solvant d'extraction (**Fleurentin et al., 1991**).

Dans ce travail, deux solvants d'extraction ont été utilisés, l'eau distillée et l'éthanol à 80%, dans le but d'extraire le maximum de constituants biochimiques d'*Urtica dioica* L.

L'eau distillé est un solvant qui permet d'extraire préférentiellement les composés polaires, comme par exemple les flavonoïdes di, tri et tétra-glycosylés (**Jones et al., 2006**). Les tanins et les terpénoïdes peuvent être aussi extraits par de l'eau chaude (**King et Bott ; 1993**).

L'éthanol est un solvant polaire et miscible avec l'eau (**King et al., 1993**). Il permet l'extraction des pigments et des composés phytochimiques polaires comme les lectines, les alcaloïdes, les quassinoïdes, les flavones, les polyohénols, les tannins et les saponines. Ce solvant est capable aussi de séparer les micromolécules des macromolécules (protéines et carbohydrates) (**Iqbal et al., 2006**).

Sur la lumière des résultats obtenus, l'extrait éthanolique présente le rendement le plus élevé avec 4,28% contre 1,14% pour l'extrait aqueux. Cela est due à plusieurs facteurs à savoir la méthode d'extraction, la durée de macération du la poudre dans le solvant et la nature chimique

de l'échantillon (Su *et al.*, 2006). De plus, cette variation peut aussi être expliquée par la nature du solvant utilisé, l'effet de la température et /ou par la différence dans la durée de macération.

En effet, **Bensella (2015)**, a obtenu un rendement en polyphénol, à partir des racines de la Grande ortie récolté à Dellys, nettement supérieur soit une valeur de 8,34%. De même, **Laoufi (2017)**, a noté un rendement de 33, 90±0,02% (fraction aqueuse), de 11,98±0,53% (fraction butanolique), de 1,006±0,34% (fraction d'acétate d'éthyle) et de 0,256±0,65% (fraction d'éther diéthylique) en travaillant sur la même plante. Cependant, une étude récente menée par **Toubal *et al.* (2019)** a révélé un rendement en extrait aqueux de l'Ortie très similaire par rapport à celui obtenu dans cette étude soit une valeur de 1,62±1,25 %.

III.2. Analyse par infrarouge de la poudre d'ortie

Les résultats de l'analyse par infrarouge de la poudre de l'Ortie sont représentés dans la figure suivante :

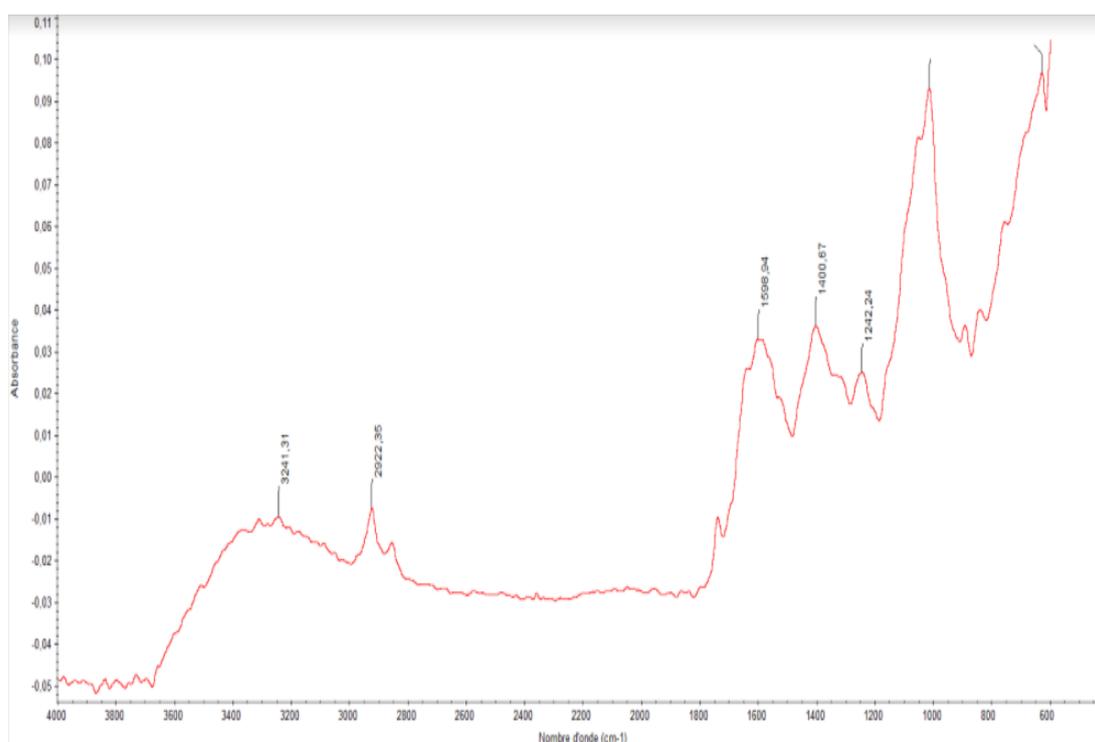


Figure 18. Spectre d'analyse par infrarouge de la poudre de *U. dioica* L.

Le spectre de l'analyse par infrarouge de la poudre végétale d'*Urtica dioica* L. a révélé la présence de plusieurs liaisons à fonctions variées, dans les molécules bioactives de cette plante. Ces liaisons correspondent principalement aux fonctions phénol (O-H), méthylène(C-H), amines primaires (N-H), Composés nitro aromatique(N-O) et éthers aromatiques (C-O) (**Tableau 3**)

Tableau 3. Groupements fonctionnels des biomolécules d'*Urtica dioica* L.

Nombre d'onde (cm-1)	Liaison	Nature de liaison	Fonction
3241,31	O-H	Bande large	Phénol
2922,35	C-H	Bande étroite	Méthylène
1598,94	N-H	Bande forte	Amines primaires
1400,67	N-O	Bande plus basse si conjuguée	Composés nitro aromatique
1242,24	C-O	/	Éthers aromatiques

Des résultats similaires ont été obtenus par **Laoufi (2017)**, suite à l'analyse par infrarouges des extraits flavonoidiques des feuilles de la Grande ortie récoltée à Dellys. Cet auteur a noté la présence des groupements O-H (3306,30 cm-1), C=C (1636,52 cm-1) et une élancement de la liaison C=O. De même, **Kavtaradze et al. (2001)** en analysant par infrarouge l'extrait polyphénolique de la Grande ortie a constaté la présence de cinq groupements fonctionnels : 3400 cm-1 (OH), 2940 cm-1 (OCH), 2840-2805 cm-1 (O-CH-), 1630-1520 cm-1 (aromatique), 1253 cm-1 (furane), 1280, 1235, 1035 cm-1 (lignane). Par ailleurs, **Toubal et al. (2019)**, ont révélé la présence de cinq bandes dans les alcaloïdes de la Grande ortie. Ces bandes correspondant aux groupes alcyn, nitrile, ester et amide qui appartiennent au groupe d'alcaloïdes tropaniques comme l'atropine, l'aconitine.

III.3. Résultats du test insecticide

Afin d'évaluer l'effet des extraits d'ortie représentés par l'extrait aqueux et l'extrait éthanolique sur les larves de quatrième stade, ces dernières ont été exposées à une série de doses croissantes à savoir 3%, 5%, 7% et 10% pendant différentes périodes de temps.

Les résultats de ce test sont exprimés en pourcentage de larves mortes pour chaque concentration en fonction du temps.

III.3.1. Effet larvicide de l'extrait éthanolique

Les résultats du traitement des larves L4 des moustiques par l'extrait éthanolique de la plante *Urtica dioica* L. pour les concentrations allons de 3 à 10%, obtenus après 2h, 4h, 6h, 8h, 10h, 12h et 24h sont illustrés dans les figures suivants (**Figure 19**).

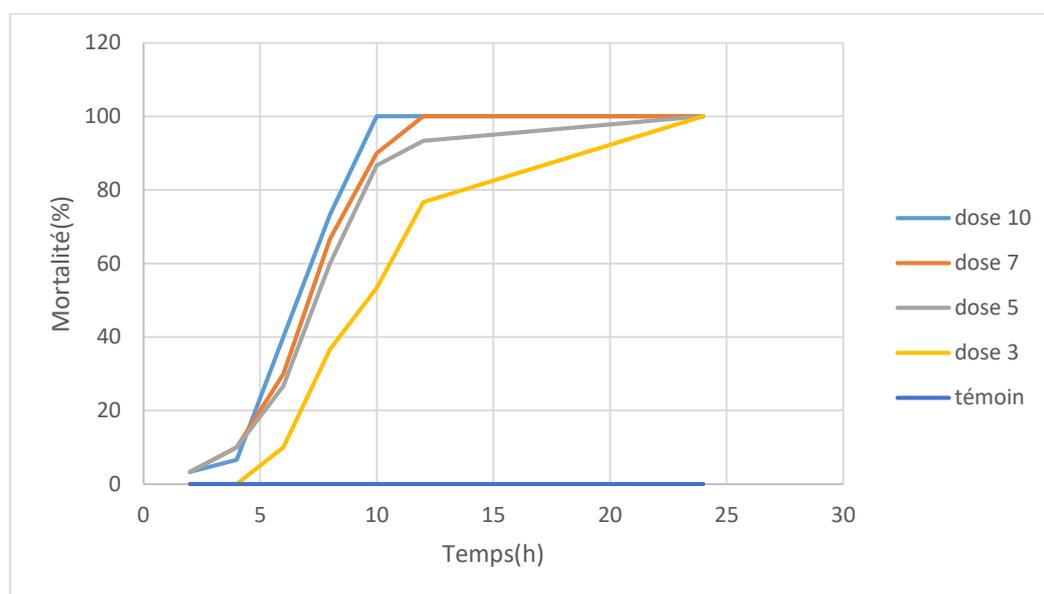


Figure 19. Cinétique de mortalité des larves L4 des moustiques traités par l'extrait éthanolique d'*U. dioica* L. en fonction du temps.

A la lumière des résultats obtenus, la cinétique de mortalité des larves de quatrième stade de genre *Culex* montre que l'extrait éthanolique d'*U. dioica* L. a un effet significatif sur ces larves ($P < 0,01$), cela est dû à la forte sensibilité de ces dernières, qui a été observée dans les différentes concentrations utilisées lors de ce test. En effet le taux de mortalité enregistré pour la concentration la plus élevée (10%) est estimé à $3,33 \pm 3,33\%$ après 2h, et $100 \pm 0,00\%$ de mortalité après 10h d'exposition. A la faible concentration (3%), il a été enregistré une absence de mortalité après 2h de contact, mais cette mortalité augmente significativement avec le temps et atteint $53,33 \pm 6,66\%$ après 10h d'exposition. Il est à signaler l'absence de mortalité dans le lot témoins pendant toute la période du test.

III.3.2. Effet de l'extrait aqueux

Les résultats de traitement insecticide des larves L4 de moustique de genre *Culex* par l'extrait aqueux de l'Ortie (*U. dioica* L.) sont représentés dans la figure 20. Ce test est effectué sur les larves de quatrième stade de développement exposées à une série de concentration de l'extrait aqueux de l'Ortie de 3, 5, 7 et 10% pendant un intervalle du temps allons de 4h à 120h. les résultats de la mortalité sont notés toutes les quatre heures pour le premier jour du test, puis toutes les 24 heures jusqu'à 120 heures (**Fig. 20**).

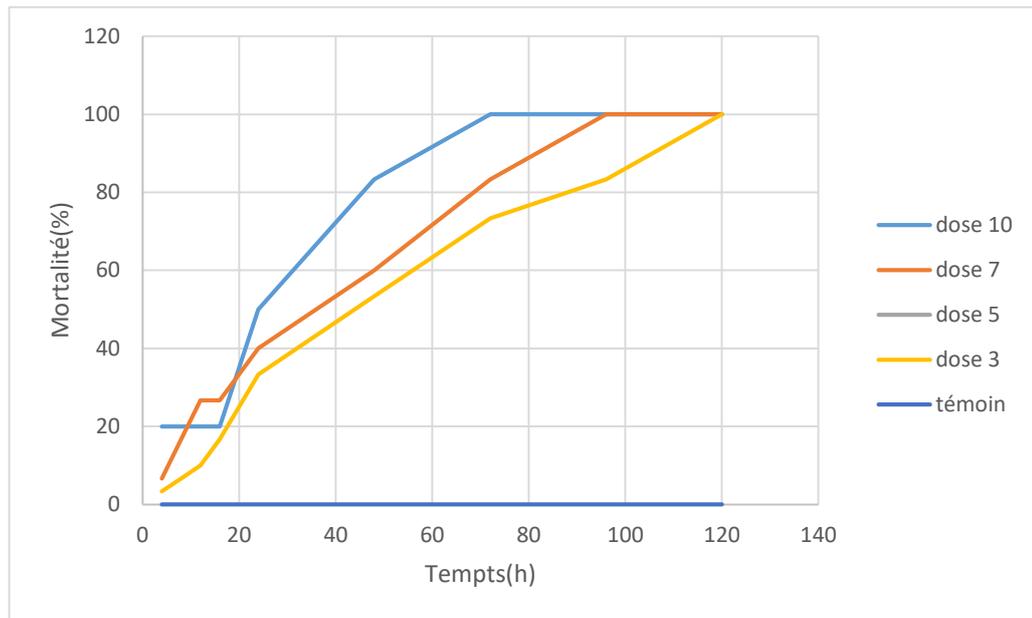


Figure 20. Cinétique de mortalité des larves L4 des moustiques traités par l'extrait aqueux d'*U. dioica* L. en fonction du temps.

D'après les résultats obtenus, l'extrait aqueux agit d'une manière significative sur les larves L4 de moustique de genre *Culex*, l'efficacité de cet extrait est directement proportionnelle à la concentration utilisée. En effet, l'extrait à la plus forte concentration (10%) provoque un taux de mortalité de $50 \pm 11,54\%$ après 24h et de $100 \pm 0,00\%$ après 72h d'exposition. Cependant, à la plus faible concentration (3%), l'extrait a causé $33,33 \pm 14,52\%$ de mortalité après 24h et $73,33 \pm 8,81\%$ de mortalité après 72h et qui atteint 100% de mortalité après 120 heures de contacte.

Le calcul de la valeur de la DL50 du traitement des larves L4 de *Culex* par les extraits aqueux et éthanolique est effectué à travers le traçage des droites de régression des probits en fonction des logarithmes des doses après 8 heures d'observation pour l'extrait aqueux et 6 heures pour l'extrait éthanolique. Les résultats obtenus sont représentés dans les figures ci-dessous (Fig.21, 22)

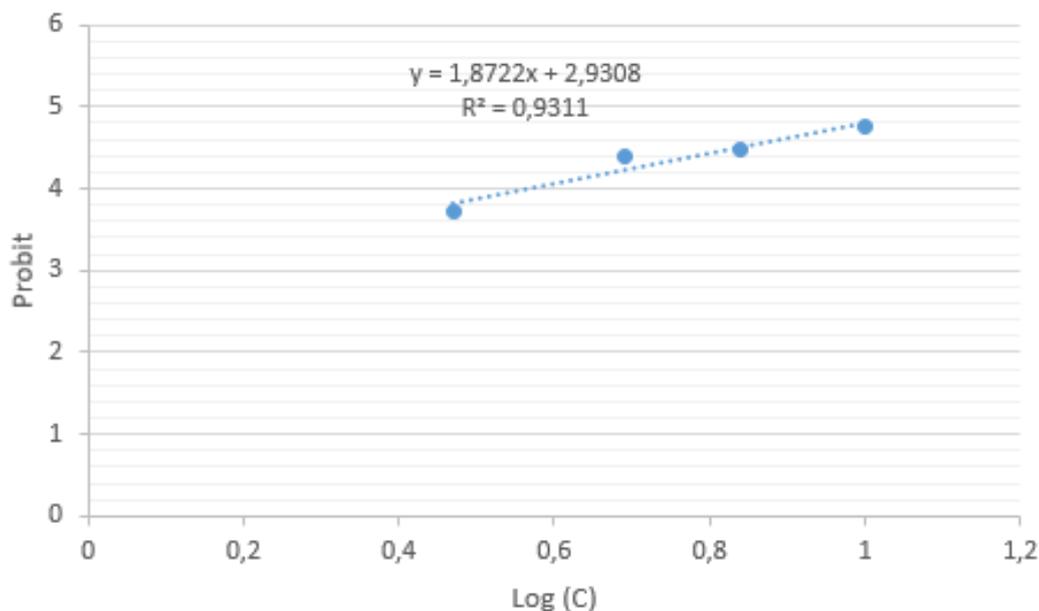


Figure 21 : Droite de régression : Probits en fonction du log de concentration chez les larves L4 traitées par l'extrait éthanolique d'*U. dioica* L.

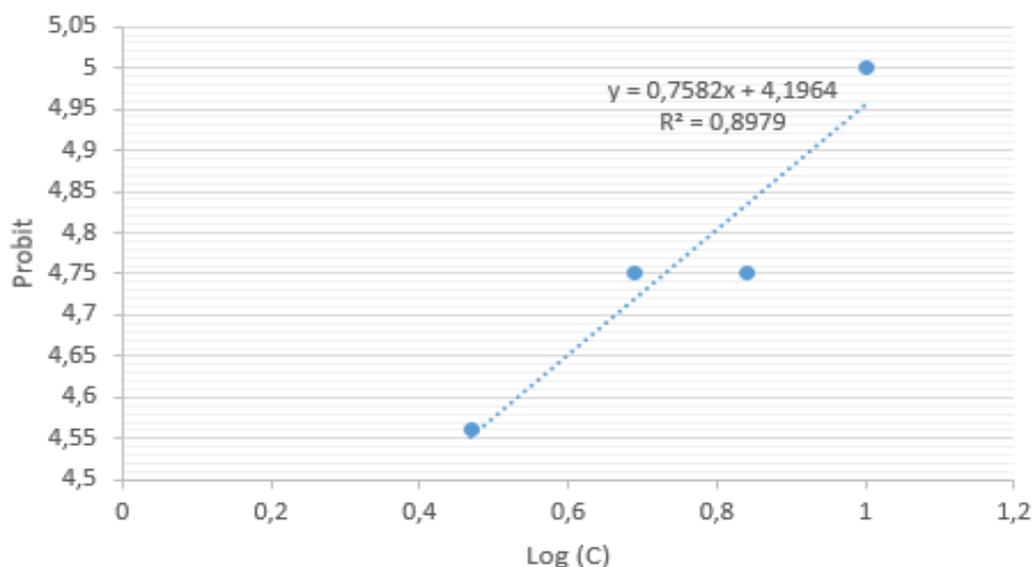


Figure 22 : Droite de régression : Probits en fonction du log de concentration chez les larves L4 traitées par l'extrait aqueux d'*U. dioica* L.

Les résultats de l'analyse des probits en fonction des logarithmes des concentrations de l'extrait aqueux et l'extrait éthanolique d'*U. dioica* L. ont montré cette plante est dotées d'une activité insecticide importante vis-à-vis les larve L4 de genre *Culex*. En effet, l'extrait aqueux a

présenté une meilleure efficacité, avec une valeur de CL₅₀ de 11,48 mg/ml. Cependant, l'extrait éthanolique a présenté une valeur de CL₅₀ de 12,74 mg/ml (**Tableau. 4**).

Tableau 4. Concentrations létales de l'extrait aqueux et de l'extrait éthanolique sur les larves L4.

CL	CLEA. (mg/ml)	CLEE. (mg/ml)
CL ₁₀	0,24	2,64
CL ₂₀	0,90	4,53
CL ₅₀	11,48	12,74
CL ₇₅	87,81	29,04

CLEA. : Valeurs des concentrations létales de l'extrait aqueux d'*U. dioica* L. calculées par l'analyse de probit à partir de l'interpolation des résultats de mortalité.

CLEE. : Valeurs des concentrations létales de l'extrait éthanolique d'*U. dioica* L. calculées par l'analyse de probit à partir de l'interpolation des résultats de mortalité.

Les résultats calculés du TL₅₀ pour les deux extraits aqueux et éthanolique d'*U. dioica* L. sur les larves L4 de moustique de genre *Culex* sont illustrés dans les figures suivantes (**Fig. 23, 24**).

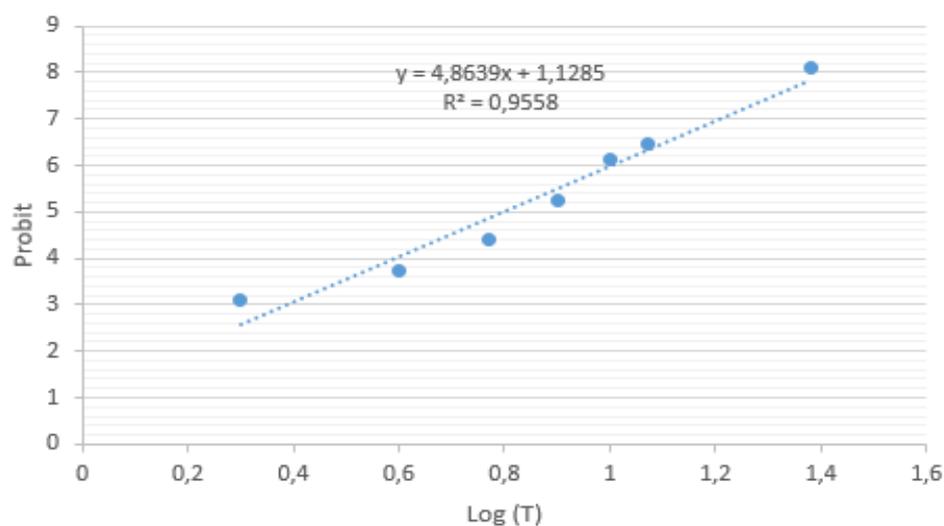


Figure 23 : Droite de régression : Probits en fonction du log de temps chez les larves L4 traitées par l'extrait éthanolique d'*U. dioica* L.

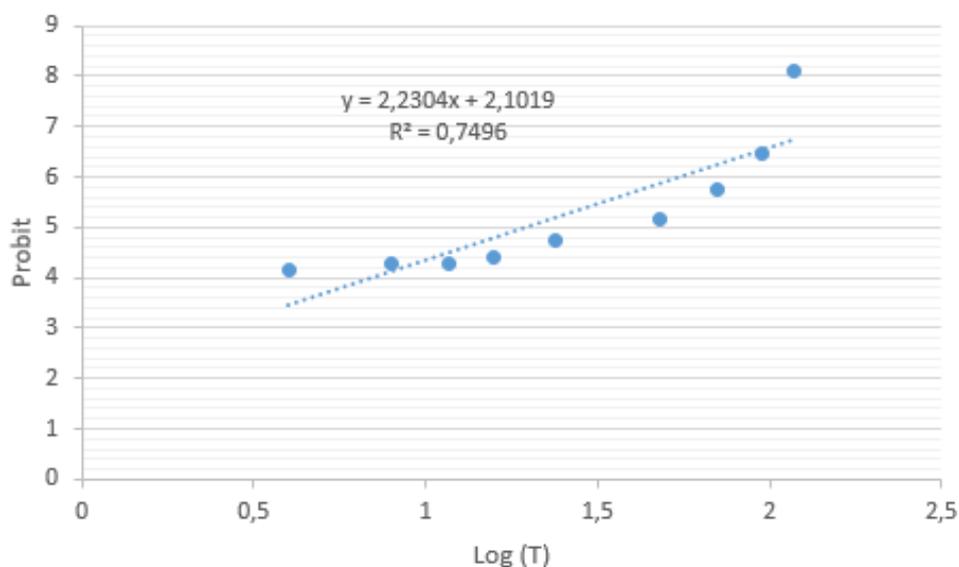


Figure 24 : Droite de régression : Probits en fonction du log de temps chez les larves L4 traitées par l'extrait aqueux d'*U. dioica* L.

A partir des résultats obtenus, il est à signaler que l'action des deux extraits de l'Ortie à savoir l'extrait aqueux et l'extrait éthanolique sur les larves L4 de *Culex* présentent une cinétique de mortalité différente. En effet, l'extrait aqueux à la concentration à 5% a provoqué un effet un peu plus lent sur les larves L4 de *Culex* avec un TL₅₀ de 19,92h et TL₇₅ de 39,79h. En revanche, l'extrait éthanolique provoqué une action plus rapide avec un TL₅₀ de 6,25h et TL₇₅ de 8,58h à la même concentration que l'extrait précédent (5%) (**Tableau. 5**).

Tableau 5 : Temps létaux de l'extrait aqueux et l'extrait éthanolique sur les larves L4 de *Culex*.

TL	TLEA. (h)	TLEE. (h)
TL ₁₀	5,31	3,41
TL ₂₀	8,37	4,20
TL ₅₀	19,92	6,25
TL ₇₅	39,79	8,58

TLEA. : Valeurs des temps létaux de l'extrait aqueux d'*U. dioica* L. calculées par l'analyse de probit à partir de l'interpolation des résultats de mortalité.

TLEE. : Valeurs des temps létaux de l'extrait éthanolique d'*U. dioica* L. calculées par l'analyse de probit à partir de l'interpolation des résultats de mortalité.

A la lumière des résultats obtenus, il est à remarquer que l'extrait aqueux présente la valeur la plus faible de la CL_{50} (11,48mg/mL) avec un effet plus important, et agit à des concentrations plus inférieures par rapport à l'extrait éthanolique ($CL_{50}=12,74$ mg/mL). Cependant, l'extrait éthanolique agit plus rapidement par rapport à l'extrait aqueux, avec un TL_{50} de 6,25h et provoque 100% de mortalité après 24h. Cette variabilité est probablement due à la différence entre la composition en métabolites secondaires des deux extraits testés.

Récemment, de nombreux travaux qui ont traité l'effet insecticide de plusieurs plantes sur les différents stades larvaire d'arthropodes vecteurs, notamment les moustiques ont été initiées (El haddad *et al.*, 2018 ; Toubal *et al.*, 2019 ; da Costa *et al.*, 2021 ; Yaméogo *et al.*, 2021).

En effet, L'exposition des larves L4 de *Culex* aux extraits aqueux des feuilles du bois Thuya *Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast. et du Ricin (*Ricinus communis* L.) révèle des valeurs de DL_{50} deux fois plus élevées par rapport à ceux obtenu par le présent travail, soit respectivement 530 mg.L-1 et 600 mg.L-1. Ceci montre l'intérêt d'*Urtica dioica* L. dans la lutte anti-larvaire. Les larves de *Culrx* sont montrées également sensibles l'égard de l'extrait éthanolique de *Nerium oleander* donnant ainsi des valeurs de DL_{50} et DL_{90} de l'ordre de 57,57 mg/mL et 166,35mg/mL respectivement (Aouinty *et al.*, 2006)

Une autre étude menée par Cetin *et al.* (2006), en travaillant sur l'activité des huiles essentielles isolées de deux espèces d'*Origanum* (*Origanum onites* L. et *Origanum minutiflorum*) sur les larves de 3ème et de 4ème stades du moustique *Culex pipiens* L. (Diptera : Culicidae), présente des résultats statistiquement significatifs. En effet, Les résultats obtenus révèlent des valeurs de 24,8 et 61,3 ppm, et de 73,8 et 118,9 ppm pour les CL_{50} et CL_{90} respectivement.

De plus, Raveen *et al.* (2015), en utilisant les extraits des fleurs de trois variétés du jasmin (*Jasminum auriculatum*, *Jasminum grandiflorum* et *Jasminum officinale*) contre les larves du troisième stade de *Culex quinquefasciatus* à différentes concentrations, ont montré que parmi les extraits testés, on a constaté que celui de *Jasminum grandiflorum* était le plus efficace avec une mortalité de 100% à 500 mg/L. Ces auteurs ont enregistré aussi une valeur de CL_{50} de 212,10 mg/L après 48 h d'exposition.

Dans une autre étude menée par **Salama et al. (2012)**, une mortalité de 59% au bout de 72h d'exposition des larves de *Culex pipiens* a été enregistrée, suite à l'action des extraits de *Marrubium vulgare*. Ce travail est également cité dans plusieurs expérimentations considérant cet extrait comme étant un bon larvicide et nymphicide à l'égard de différentes espèces culicidiennes. Ces même auteurs (**Salama et al., 2012**) indiquent que les extraits de *Marrubium vulgare* peuvent agir sur les deux stades aquatiques du moustique, autrement dit contre les larves de *Culex pipiens* à des concentrations de 100 ppm/12h pour la DL₅₀ et 200 ppm/12h pour la DL₉₀, mais aussi contre les nymphes de *Culex pipiens*, à des concentrations plus supérieures (DL₅₀=200ppm/12h ; DL₉₀=400ppm/12h).

En revanche, la toxicité des huiles essentielles de *Laurus nobilis* à l'égard des larves de 4^{ème} stade de *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*, présente respectivement une valeur de DL₅₀ de 10.76 ppm et de 13.98ppm. (**Bouderhem, 2014**)

Des résultats similaires ont été signalés par **Toubal et al, (2019)**, en travaillant sur l'activité larvicide de l'extrait aqueux et l'extrait alcaloïdique d'*U. dioica* L. vis-à-vis les larves de 4^{ème} stade de *Culex pipiens*. En effet, Les résultats du test insecticide montrent également que l'extrait aqueux et celui des alcaloïdes d'*Urtica dioica* L., présentent des propriétés insecticides importantes dont les valeurs de la DL₅₀ pour les larves L4 sont de 4,48 mg/ml pour l'extrait aqueux, et de 6,91 mg/mL pour les alcaloïdes.

Les recherches fondées sur l'activité insecticide des biomolécules d'origine végétale pourraient avoir un grand intérêt dans le domaine de la lutte antivectorielle en raison des problèmes engendrés par l'utilisation des insecticides chimique sur la santé humaine et l'environnement. (**Acheuk et al., 2017**). Ainsi, les résultats obtenus lors de cette étude sont encourageants et suggèrent la possibilité d'utiliser les extraits naturels d'*Urtica dioica* L. comme insecticide naturel dans le cadre de la lutte antivectorielle.

En Algérie, les culicidés constituent les insectes piqueurs les plus nuisibles aux populations qui provoquent des maladies transmissibles, la réduction de ce type des maladies dépend en grande partie sur la lutte contre les vecteurs.

Les moyens envisagés et adoptés se sont appuyés dans les premiers temps sur l'utilisation des produits chimiques. Cependant, en raison des problèmes liés à l'utilisation de ces produits et leur impact nocif sur l'environnement, il s'avère nécessaire d'avoir recours à des alternatives naturelles, ayant le même rôle et présentant des avantages écologiques et économiques. Il s'agit notamment celle relative à l'utilisation des extraits de plantes. Ce qui est la préoccupation première de notre étude, dans laquelle, nous avons choisis les deux extraits aqueux et éthanolique de d'Ortie (*Urtica dioica L.*) pour évaluer leur activité larvicide sur les larves L4 du moustique *Culex sp.*

Ce travail montre que les extraits de l'Ortie ont un effet larvicide important vis-à-vis les larves L4 des moustiques de genre *Culex*. Cette mortalité est directement proportionnelle à la concentration utilisée, mais aussi au temps de contact de l'extrait avec les spécimens testés. Il a été constaté lors de cette étude que l'extrait aqueux a présenté une meilleure efficacité avec une valeur de CL₅₀ de 11,48 mg/mL contre 12,74 mg/mL pour l'extrait éthanolique. Par ailleurs, l'extrait éthanolique a agi plus rapidement sur ces larves par rapport à l'extrait aqueux avec des valeurs de la TL₅₀ de 6,25 h et 19,92 h respectivement.

En se basant sur les résultats obtenus dans ce présent travail, il est à constater que les extraits de l'Ortie peuvent présenter une alternative efficace et écologique aux insecticides chimiques, utilisés dans la lutte contre ces vecteurs des maladies infectieuses, à travers la diminution de la densité des moustiques, tout en prévenant la santé humaine et l'environnement.

En perspectives, il serait souhaitable de poursuivre les recherches afin de :

- Mieux caractériser les extraits par les techniques les plus performantes (HPLC, SM ...etc.)
- Faire une étude *in vivo* pour mieux ajuster les concentrations utilisables dans l'environnement.
- Proposer une forme galénique sous laquelle le produit sera commercialisé.

1. **Abbott, W. S. (1925).** A methode of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of economic Entomology*. **18**(02). 265-267p.
2. **Acheuk, F. Khemais A., Lakhdari, W., Dehliz, A., Ramdani, M., Barika, F., Allouane, R. (2017).** Potentiel bio insecticide de l'extrait brut de la plante saharienne *Artemisia judaica* en lutte antivectorielle : cas du moustique commun *Culiseta logiareolata*. Laboratoire de valorisation et conservation des ressources Biologiques. Département de biologie, Faculté des Sciences, Université de Boumerdes.
3. **Ait Haj Said, A., Shai EL Otmani, Derfoufi, S., Benmoussa, A. (2016).** Misse en Valeur du potentiel nutritionnel et thérapeutique de l'ortie dioïque (*Urtica dioïca* L.) .**6**(3). Ed. Aln, Maroc. 281p
4. **Alain Ehrenberg. (2002).** Souffrance, *médecine /sciences*. **18** : 1047p
5. **Andrew K. Githeko, Steve W. Lindsay, Ulisses E. Confalonieri, Jonathan A. Patz. (2000).** Changement climatique et maladies à transmission vectorielle: une analyse régionale. *Bulletin of the world health organization*, 2000, **78**(9): 1136-114p.
6. **Aouinty, B., Oufara, S., Mellouki, F., et Mahari, S. (2006).** Évaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés : *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen). *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, **10**(2), 67-71p.
7. **Bamforth, C. W. (2000).** Perceptions of deer foam. *J.Inst.brew*, (**106**) :229-38p.
8. **Bawin,T., Boukraa, S., Zimmer, J. Y., Francis, F., Seye, F., Delvigne, F. (2014).** La lutte contre les moustiques (Diptera: Culicidae): diversité des approches et application du contrôle biologique. *The Canadian Entomologist*. **00** : 1-25p.
9. **Beloued, A. (1998).** Plantes médicinales d'Algérie. Ed. Entreprise nationale du livre, 10. Alger, 359p.
11. **Bensella, F., (2015).** Quantification des polyphenols des racines d'*Urtica dioïca* L.
12. recoltee a Dellys et evaluation de l'activite antioxydante et antiinflammatoire. Mémoire
13. de Master en Biologie des populations et des organismes. Univesite M'hamed Bougara de Boumerdès, Algérie, 51p.

14. **Berchi S. (2000).** Bioécologie de *Culex pipiens*L. (Diptera : Culicidae) dans la région de Constantine et perspectives de luttés. Thèse de Doctorat, Université de Constantine, Algérie, 133p.
15. **Bernard J. R. Philogène.** Utilisation et réglementation des pesticides dans le Tiers Monde : problèmes et perspectives en Afrique. *Revue Canadienne d'études de développement.* **6** : 275-288p.
16. **Bertrand B. (2008).** Les secrets de l'ortie. Ed. Terran. Masse. 12- 30 p.
17. **Bertrand D., Dufour E. (1987).** La spectroscopie Infrarouge et ses applications analytiques. Ed. Tec et doc, Paris. 55-193p.
18. **Benoît Lesaffre. (2008).** *Les maladies infectieuses émergentes, un défi global.* Les infections émergentes. Ed 3. ESKA. 90p.
19. **Bouderhem A., (2014).** Effet des huiles essentielles de la plante *Laurus nobilis* sur l'aspect Toxicologique et morphométrique des larves des moustiques (*Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*). Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de master académique, Université Echahid Hamma Lakhdar D'el-Oued.
20. **Bougandoura, N., et Bendimerad, N. (2012).** Effet antifongique des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha spp.* (Nepeta) briq. *Revue des Bio Ressources.* **2** :1-7p.
21. **Bombardelli, E. et Morazzoni, P. (1997).** *Urtica dioica* L. *Fitoterapia,* **68** : 387-402p.
22. **Brisse H ; Grand jouan G ; Hoff M ; De Ruffray P. & Garbolino E ; (2003).** Répartition d'*Urtica Dioica*. Sophy-banque de donnée phytosociologique. 122p.
23. **Bourgaud, F., Gravot, A ; Milesi, S., Gontier, E (2001).** Production of plant secondary metabolites: à historical perspective. *Review Plant Science* (**161**) : 839-851p.
24. **Bnouham M., Merhfour, F. Z., Ziyat, A., Mekhfi, H., Aziz, M., et Legssyer, A., (2003).** Activité antihyperglycémiant de l'extrait aqueux d'*Urtica dioica*. *Fitoterapia,* **74**(7-8). 677-681p.
25. **Bruneton, J., (1999).** Les tannins. Ed. Edition médicales internationales. Paris, 369-404p.
26. **Bruneton, J., (1999).** Pharmacognosie et phytochimie des plantes médicinales. 3^{ème} édition TEC et DOC, Paris, 575p.
27. **Cavelier, A. (1976).** Cours de phytopharmacie. Edition Institut National Agronomique, Alger, Tome 1, 90p.
28. **Cetin H., Cinbilgel I., Yanikoglu A. and Gokceoglu M., (2006).** Larvicidal activity of somme labiatae (lamiaceae) plant extracts from Turkey. *Phytotherapy research,* **20**(12), 1088-1090p.

29. **Célia Claeys, Julien Sééandour. (2009).** Ce que le moustique nous apprend sur le dualisme anthropocentrisme / biocentrisme : perspective interdisciplinaire sociologie /biologie. *Natures Sciences Sociétés*. **17** : 136-144p.
30. **Cuisance D., Barré N., et Deken R. (1994).** Ectoparasites des animaux : méthodes de lutte écologique, biologique, génétique, et mécaniques. *Revue Scientifique et Technique Office Internationale des Epizooties*. **13** : 1305-1356p.
31. **Couplan, F. (2009).** Le régal végétal : plantes sauvages comestible. Ed. Sang de la terre, paris. 280 p.
32. **Couplan F. (2013).** Remèdes et recettes à l'ortie ; les bonnes plantes de nos grands- mères. Ed. Sang de la terre. 300 p.
33. **Crèmer,S., Knoden, D., Stilmant, D. & Luxen P. (2008).** Le contrôle des populations indéfrisable de rumex, chardon et ortie dans les prairies permanentes. Les livres de l'agriculture. N°17. 58p.
34. **da Costa, R. H. S., Martins, A. O. B. P. B., de Oliveira, M. R. C., Alcântara, I. S., Ferreira, F. F., dos Santos, F. F. C., de Menezes, I. R. A. (2021).** Acaricide activity of the *Ximenia americana* L.(Olacaceae) stem bark hydroethanolic extract against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Biologia*, 1-8p.
35. **David E. Bloom, Steven Black, Rino Rappouli. (2017).** maladies infectieuses émergentes: une approche proactive
36. **Delahaye, J. (2015).** Utilisation de l'ortie – *Urtica dioica* L. Thèse de Doctora en pharmacie, Universités de Rouen UFR de médecine et de pharmacie. 227p.
37. **Djamae L. Manzanares L., Jane G., Morilla, Anzhira D., Malawani, Nickel Jean S., Lagare, Liza R. Abrenica-Adamat, (2015).** Effects of oregano (*Origanum vulgare*) leaf extract on early life stages of *Artemia salina*. *Advances in Environmental Sciences. International Journal of the Bioflux Society*, **7**(3), 468-474
38. **Draghi, F. (2005).** L'ortie dioique (*Urtica dioica* L) : étude bibliographique. Thèse de Doctorat en pharmacie, Université Henri Poincare Nancy. 89p.
39. **Druart, Florent. (2017).** Production de micro-organismes entomopathogènes pour lutter contre les moustiques et caractérisation de leurs métabolites. Mémoire master. Université Gembloux Agro-Bio Tech. Belgique. 79p.
40. **El Haddad, D., Bitam, I., Bouchenak, O., Toubal, S., Yahiaoui, K., Arab, K., Boumaza, S. (2018).** Acaricidal activity of flavonoids extract of *Borago officinalis* L.(Boraginaceae) against brown dog tick, *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806). *Tropical Biomedicine*, **35**(2), 383-391p.

41. **Eric Richard. (2002).** MalinTrop Afrique : manuel de maladies infectieuses pour l'Afrique, *Amazon France*, 589p.
42. **Fleurentin, J., Cabalion, P., Mazars, G., Dos Santos, J., Younos, C. (1991).** Ethnopharmacologie : Sources, Méthodes et Objectifs. Ed. ORSTOM. 201p.
43. **Fleuriet, A., Jay-Allemand, C., et Macheix, J.J ,(2005).** Composés phénoliques des végétaux un exemple des métabolites secondaires d'importance économique. *Presses polytechniques et universitaires romandes*. 121-216p.
44. **Frédéric Jourdain, Marie-Claire Paty. (2019).** *Impact des changements climatiques sur les vecteurs et les maladies à transmission vectorielle en France*. Les Tribunes de la santé. Ed 3. Global Média Snté. 108 p.
45. **François J. & Gaudry M. (2016).** Les végétaux, un nouveau pétrole. Ed. Quae. France. 129 p.
46. **Gad, A.M., Riad, LB., Farid, H.A. (1995).** Hoost feeding patterns of *Culex pipiens* and *Culex antennatus* (Diptera : Culicidae) from a village in Sharqiya governorate. *Egypt. J. Ent. USA*. **32(5)** : 573-577p.
47. **Gérard Orth, Philippe Sansonetti. (2006).** La maîtrise des maladies infectieuses : un défi de santé publique, une ambition médico-scientifique, 440p
48. **Gérard Duvallet, Ludovic de Gentile. (2012).** Protection personnelle antivectorielle. *Institut De Recherche Pour le Developpement*. Marseille. 352p.
49. **Ghesterm, A., Seguin, E., Paris, M., et Orecchioni, A. M., (2001).** Le préparateur en pharmacie dossier Ed 2 TEC&DOC. Paris, 275p.
50. **Guignard, J.L, (1996).** Abrégé de biochimie végétale, Ed. *Masson*, paris, 160p.
51. **Guy Baudoin j. (2004).** Les fibres végétales en Région Wallon. Les potentialités du Chanvre et ses utilisations. Valorisation de la biomasse. 12p.
52. **Harborne, J.B, (1980).** Plant Phenolics, *Encyclopedia of Plant Physiology*, New series, **(8)** : 329-402p.
53. **Hayo M. G. Van der werf, (2015).** Evaluer l'impact des pesticides sur l'environnement. *Le courrier de l'environnement de l'INRA*. **31** : 5-22.
54. **Hurabielle, M. (1981).** Flavonoids of *artemisia campestris* ssp. *Glutinosa*. *Planta Med*, **46(2)** : 124-125p.
55. **Iqbal, A., Farrukh, A., Mohammad, O. (2006).** Modern phytomedicine: Turning Medicinal plants into drugs. Ed. WILEY-VCH. 10p.

56. **Jeffrey R Strich, Daniel S Chertow, (2019)**, Biologie CRISPR-Cas et son application aux maladies infectieuses, J Clin Microbiol.
57. **Jones, W.P., Kinghon, D. (2006)**. Extraction of plant secondary metabolites in natural products isolation. Ed. Humana Press. Totowa. 334-335p.
58. **J-C. Desenclos, H. De Valk, (2005)**, Les maladies infectieuses émergentes : importance en santé publique, aspects épidémiologiques, déterminants et prévention, médecine et Maladies Infectieuses, 35(2) : 49-61 p
59. **Kavalali, G. (2003)**. Urtica : Therapeutic and nutritional aspects of stinging nettles. Loondres. Tay lor & Francis, New York. 83p.
60. **Kavalili G., Tuncel, Goksel S., et Hatemi, H. (2003)**. Hypoglycemic activity of Urtica pilulifera in streptozotocin-diabetic rats. Journal of Ethnopharmacology. 84 (2-3), 241-245.
61. **Kemassi, (2014)**. Toxicité compare des extraits d'*Euphorbia guyoniana* (Stapf.) (Euphorbiaceae), *Cleome Arabica* L. (Capparidaceae) et de *Capparis spinosa* L. (Capparidaceae) récoltés de la région de Ghardaïa (Sahara septentrional) sur les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocercagregaria* (Forskal, 1775) (Orthoptera-cyrtacanthacridinae), Thèse de doctorat en Ecologie Saharienne et Environnement, université de Kasdi Merbah-Ouargla, 264p.
62. **Kemassi A., Harouini A., Hadj S. A., Cherif R., Ould Elhadj, (2019)**. Effet insecticide des extraits aqueux d'*Euphorbia guyoniana* (Euphorbiaceae) récoltée dans Oued Sebseb (Sahara Algerien) sur le *Tribolium castaneum*. *Lebanese Science Journal*. 20(1).
63. **King, M.B., Bott, T.R. (1993)**. Extraction of natural products using near-critical solvent. Blackie Academic and professional. 141p.
64. **Kraus, R., et Spiteller, G. (1990)**. Phenolic compound from roots of *Urtica dioica*. *Phytochemistry*, 29(5), 1653- 1659p.
65. **Langlade, V. (2010)**. L'ortie dioïque, *Urtica dioica* L. Thèse de Doctorat en pharmacie, Université de Nante.
66. **Laoufi, R. (2017)**. Caractérisation physico-chimique et biologique des extraits d'une plante médicinale algérienne de la famille des Urticaceae en vue d'une application biotechnologique. Thèse de Doctorat en biochimie- immunologie, Université M'hamed Bougara Boumerdès, Algérie, 146p.
67. **Lattanzio, V. Lattanzio, V.M.T, et Cardinall, A. (2006)**. Role of phenolics in the resistance mechanisms of plants against fungal pathogens and insects. *Pythochemistry : Advances in Research (F. Imperato, ed.)*, 23-67p.

68. **Lutge, U. Kluge, M. Bauer, G. (2002).** Botanique Ed 3 : Technique et documentation. Lavoisier, Paris.211p.
69. **Lydie Suty. (2010).** *La lutte biologique: définition et concepts généraux.* La lutte biologique vers de nouveaux équilibres écologiques. Educagri éditions.43-63p.
70. **Madani Sari, Daniela M. Biondi, Mohamed Kabbeche, Giuseppina Mandalari, Manuela D'Arrigo, Guisepe Bisignano, Antonella Saija, Carmelo Daquino and Giuseppe Ruberto. (2006).** Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil of several populations of Algerian *Origanum glondulosum* Desf. Flavour and Frangance Journal. 2006. **21**: 890-898.
71. **Markham, K.R. (1982).** Techniques of flavonoids identification. Ed Academic Press, London, 36-51p.
72. **Mauro, N. M. (2006).** Synthèse d'alcaloïdes biologiquement actifs : La (+)- anatoxinea et la (+)-camptothécine, thèse de doctorat, (**13**) : 16-28p.
73. **Medic, M. Jasprica, I. Smolcicubalo, A. et Momar, A. (2003).** Optimization of chromatographic conditions in Thin Layer Chromatography of Flavonoids and Phenolic Acids. 361-366p.
74. **Mostade J.P. (2015).** L'ortie et ses mille secrets. Ed. the Book Edition, France 9-11 p
75. **Nijveldt, R., VAV Nood, E., VAN Hoorn, D. E. C., Boelens, P.G., VAN Norren, K. et VAN Leewwwen, P. A. M. (2001).** Flawonoides: à review of probable mechanninsms of action and potential applications. Americain journal of clinical nutrition, (**74**) :418-425p.
76. **Pages F., Orlandi-Pradines E., Corbel V. (2006).** Vecteurs du paludisme : biologie, diversité, contrôle et protection individuelle. *Médecine et maladies infectieuses.* **37** :153-161 p.
77. **Newman D, J ; Cragge G, M. (2012).** Natural Products as Sources of New Drugs over the 30 Years from 1981 to 2010. J. Nat. Prod. (**75**) : 311-335 p.
78. **Petit S. (2003).** Dictionnaire des médicaments vétérinaires et des produits de santé animale. 12° Edition. Editions du Point Vétérinaire. 231-265p.
79. **Pierre Carnevale, Vincent Robert, Sylvie Mangui, Vincent Corbel, Didier Fontenille, Claire Garros, Christophe Rogier. (2009).** Les anophèles Biologie, transmission du Plasmodium et lutte anti vectorielle. Institut de recherche pour le développement, Marseille. 391p.
80. **QA International (1996).** Encyclopédie visuelle des aliments : achat préparation utilisation cuisson conservation valeur nutritive recettes. Ed. Québec Amérique, canada. 22p.

81. **Quzel P. & Santas ;(1963)** – Nouvelle flore d’Algérie. Ed. Centre national de la recherche scientifique. Tome II.
82. **Ralph E. Harbach. (2007).** Les culicidae (Diptera) : un examen de la taxonomie, de la classification et de la phylogénie. Zhang, Z-Q. & Shear, W.A. (Eds) (2007) Linnaeus Tercentenary : Progrès de la taxonomie des invertébrés. Zootaxa. London. 48p.
83. **Raveen R., Samuel T., Arivoli S. and Madhanagopal R., (2015).** Evaluation of mosquito larvicidal activity of Jasminum species (Oleaceae) crude extracts against the filarial vector Culex quinquefasciatus Say (Diptera: Culicidae). *American Journal of Essential Oils and Natural Products*, **3**(1), 24-28
84. **Rickenbach André. (1981).** *Culicidae*. Flore et faune aquatique de l’Afrique sahélo-soudanienne. Ed 45. L’office de la recherche scientifique et technique Outer-Mer. Paris. 569-581p.
85. **Roux, D., Catier, O. (2007).** Botanique, pharmacognosie, phytothérapie. Ed 3. Wolters Kluwer, Dalian. China, 141p.
86. **Roserie G. Azondekon. (2007).** Contrôle de qualité des moustiquaires imprégnées commercialisées ou distribuées au Bénin. Diplôme d’Ingénieur des Travaux. Université d’Abomey Calavi.
87. **Salama M., Eman E.T., EL-Bahy M., (2012)** - Molluscicidal and mosquitocidal activities of the essential oils of Thymus capitatus hoff. et lin k. and Marrubium vulgare. L. Rev. Inst. Med. Trop. Sao Paulo **54**(5):281-286p.
88. **Satiyamoorthy P., Lugasi – Evgi H., Van Damme P., Aburabra Gopas, J., Golan-Goldhirsh, A., (1997).** Larvicidal Activity in Desert Plants of Negev and Bedowin Market, Plant Products. *International journal of Pharmacogony* **35**: 265 – 273 p.
89. **Seyoum, A., Asres, K., et El-Fiky, F.K . (2006).** Structure-radical scavenging activity relationships of flavonoids. *Phytochemistry*, (**76**) : 2058-2070 p.
90. **Souguir S., Chaieb I., Ben Cheikh Z. and Laarif A., (2013).** Insecticidal activities of essential oils from some cultivated aromatic plants against spodoptera littoralis (boisd). *journal of plant protection research*, **53**(4), 388-391 p.
91. **Su, X., Duan, J., Jian, Y., Shi, J., Kakuda, Y. (2006).** Effect of soaking conditions on the antioxidant potentiels of oolong tea. *Journal of Food Composition Anal.* **19**: 348-353 p.
92. **Sylvie Cornélie, Franck Remoué, Souleymane Doucouré, Tofène NDiaye, FX Sauvage, Denis Boulanger, François Simondon. (2007).** An insight intro immunogenic salivary proteins of Anopheles gambiae in African children-ar. No. 75. *Malaria Journal.* **6** : 1475-2875p.

93. **Sylvie Miquel, Rosyne Lagrafeuille, Bertrand Souweine, Christiane Forestier, (2016)**, L'activité anti-biofilm comme problème de santé. *7* :592. Dio : 10.3389 / fmichb.2016.00592.
94. **Taghi Ghassemi-Khademi, Mohammed Ali Oshaghi, Hassan Vatandoost, Seyed Massod Madjdzadeh, Mohammad Amin Gorouhi. (2021)**. Utilité des génomes Mitochondriaux complets dans la classification phylogénétique des espèces d'anophèles (Culicidae : Anophelinae). *Journal des maladies transmises par les arthropodes*
95. **Tchuinkou Danielle, Maurice Tchuenté, Denis Sereno, Frederic Simard, Philippe Bousses, Pierre Kengne, Arnaud Cannet, Mohammad Akhoundi, Aymeric Histace et Olivier Romain. (2014)**. Identification rapide des vecteurs impliqués dans les maladies à transmission vectorielle.
96. **Tedonkeng Pamo E., Tapondjou L., Tenekeu G., Tendonkeng F., (2002)**. Biodiversité de l'huile essentielle des feuilles de l'*Ageratum houstonianum* Mill sur les tiques (*Rhipicephalus appendiculatus*) de la chèvre naine de Guinée dans l'ouest Cameroun. *Tropicicultura*. **20**(3) : 109-112p.
97. **Testai, L., Chericoni, S., Calderone, V., Nencioni, G., Nieri, P., Morelli, L., et Martinotti, E. (2002)**. Cardiovascular effects of *Urtica dioica* L. (Urticaceae) roots extracts : in vitro and in vivo pharmacological Studies, Elsevier, *Journal of Ethnopharmacology*, **81**: 105, 109 p.
98. **Toral Y Caro, M.G. (2005)**. Evaluation *in vitro* de l'efficacité du fibronil sur *Culex pipiens pipiens*. Thèse Doctorat. Ecole Nationale Vétérinaire. Toulouse 55p.
99. **Toubal, S., Elhaddad, D., Bouchenak, O., Yahiaoui, K., Sadaoui, N., Arab, K. (2019)**. L'importance des extraits d'*Urtica dioica* L. dans la lutte contre *Culex pipiens* (Linné, 1758). *Algerian Journal of Environmental Science and Technology*, **5**(1). 868-872 p.
100. **Trari B., Dakki M., Himmi O., El Agbani M. A. (2002)**. Les moustiques (*Diptera Culicidae*) du Maroc. *Revue bibliographique (1916-2001) et inventaire des espèces, Bull. Soc. Patho. Exot.* **95**, 4. *Revue Entomologie médicale*. 329-334 p.
101. **Yaméogo, F., Wangrawa, D. W., Sombié, A., Sanon, A., Badolo, A. (2021)**. Insecticidal activity of essential oils from six aromatic plants against *Aedes aegypti*, dengue vector from two localities of Ouagadougou, Burkina Faso. *Arthropod-Plant Interactions*, 1-8 p.
102. **Zenk, MH., Jueng, M. (2007)**. Evolution and current status of the phytochemistry of nitrogenous compound. *Phytochemistry*, (**68**): 2757-2772 p.

Annexe 01

Annexe 01-A

Pourcentage de mortalité des larves L4 des moustiques traités par l'extrait éthanolique en fonction de temps.

	Témoin	10%	7%	5%	3%
2h	0	3,33 ($\pm 3,33$)	3,33 ($\pm 3,33$)	3,33($\pm 3,33$)	0 ($\pm 0,00$)
4h	0	6,65 ($\pm 3,33$)	10 ($\pm 0,00$)	30 ($\pm 5,77$)	0 ($\pm 0,00$)
6h	0	40 ($\pm 5,77$)	30 ($\pm 5,77$)	26,67 ($\pm 8,81$)	10 ($\pm 5,77$)
8h	0	73,33 ($\pm 6,66$)	66,67 ($\pm 8,81$)	60 ($\pm 5,77$)	36,67 ($\pm 6,66$)
10h	0	100 ($\pm 0,00$)	90 ($\pm 5,77$)	86,67 ($\pm 8,81$)	53,33 ($\pm 6,66$)
12h	0	100 ($\pm 0,00$)	100 ($\pm 0,00$)	93,33 ($\pm 3,33$)	76,67 ($\pm 6,66$)
24h	0	100 ($\pm 0,00$)			

Annexe 01-B

Pourcentage de mortalité L4 des moustiques traités par l'extrait aqueux en fonction de temps.

	Témoin	10%	7%	5%	3%
4h	0	20 ($\pm 9,99$)	6,67 ($\pm 3,33$)	20 ($\pm 5,77$)	3,33 ($\pm 3,33$)
8h	0	20 ($\pm 9,99$)	16,67 ($\pm 8,81$)	23,33 ($\pm 3,33$)	6,67 ($\pm 3,33$)
12h	0	20 ($\pm 9,99$)	26,67 ($\pm 3,33$)	23,33 ($\pm 3,33$)	10 ($\pm 0,00$)
16h	0	20 ($\pm 9,99$)	26,67 ($\pm 3,33$)	26,67 ($\pm 3,33$)	16,67 ($\pm 6,66$)
24h	0	50 ($\pm 11,54$)	40 ($\pm 5,77$)	40 ($\pm 5,77$)	33,33($\pm 14,52$)
48h	0	83,33 ($\pm 8,81$)	60 ($\pm 5,77$)	56,67 ($\pm 6,66$)	53,33($\pm 13,33$)
72h	0	100 ($\pm 0,00$)	83,33 ($\pm 3,33$)	83,33 ($\pm 8,81$)	73,33 ($\pm 8,81$)
96h	0	100 ($\pm 0,00$)	100 ($\pm 0,00$)	93,33 ($\pm 3,33$)	83,33 ($\pm 3,33$)
120h	0	100 ($\pm 0,00$)			

Annexe 02

Annexe 02-A

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	—	2.67	2.95	3.12	3.25	3.30	3.45	3.52	3.59	3.66
10	3.72	3.77	3.82	3.87	3.92	3.96	4.01	4.05	4.08	4.12
20	4.16	4.19	4.23	4.26	4.29	4.33	4.36	4.39	4.42	4.45
30	4.48	4.50	4.53	4.56	4.59	4.61	4.64	4.67	4.69	4.72
40	4.75	4.77	4.80	4.82	4.85	4.87	4.90	4.92	4.95	4.97
50	5.00	5.03	5.05	5.08	5.10	5.13	5.15	5.18	5.20	5.23
60	5.25	5.28	5.31	5.33	5.36	5.39	5.41	5.44	5.47	5.50
70	5.52	5.55	5.58	5.61	5.64	5.67	5.71	5.74	5.77	5.81
80	5.84	5.88	5.92	5.95	5.99	6.04	6.08	6.13	6.18	6.23
90	6.28	6.34	6.41	6.48	6.55	6.64	6.75	6.88	7.05	7.33
—	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
99	7.33	7.37	7.41	7.46	7.51	7.58	7.65	7.75	7.88	8.09

Figure 1. Table des probits (Cavelier, 1976).

Introduction

Synthèse
bibliographique

*Matériel et
méthodes*

*Résultats et
discussion*

Références

bibliographiques

Annexes

Conclusion