

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

كلية العلوم  
FACULTE DES SCIENCES  
قسم البيولوجيا  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



## Mémoire de fin d'études

*En vue de l'obtention du diplôme de Master*

**Filière :** *Sciences Biologiques*

**Option :** *Parasitologie et interactions négatives*



### THEME



---

**Contribution à l'étude de la toxicité de deux plantes médicinales  
(*Rosmarinus officinalis* et *Juniperus phoenicea*) sur les larves de  
*Culiseta longiareolata* dans la région de Laghouat**

---

**Présenté par :**

**BELHATTAB Aicha et TEKTAKI Amina**

**Soutenu publiquement devant le jury :**

**Président :** Mr LEBOUKH Mourad. M.A.A. Université Amar Telidji-Laghouat.

**Examineur:** Dr. GOUZI Hichem. M.C.A. Université Amar Telidji-Laghouat.

**Promotrice :** Mme ALAYAT Moufida Saoucen. M.A.A. Université Amar Telidji-Laghouat.

**Co-promotrice :** Melle ABEDESSELAM Amira. Enseignante vacataire. Université Amar  
Telidji-Laghouat.

**Année Universitaire : 2016/2017**

## *Dédicaces*

*Je dédie ce travail à la mémoire de mon père : SADDIK paix à son âme  
A l'être la plus chère au monde, ma mère qui m'a encouragé et illuminé ma  
vie par ses conseils*

*A mon partenaire dans cette vie, mon mari MESSIKKA WALID qui ne  
cesse de m'encourager*

*A mes chers frères : AHMED, MOHAMED, AISSA, SIRADJ*

*Et chères sœurs : OM ELKHEIR, MARIA, ZINEB*

*A ma deuxième famille : la famille MESSIKKA surtout*

*MAMA MARIAM*

*A ma grande famille BELHATTAB et KROBBA*

*AICHA*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes parents pour leur soutien et leur aide permanente*

*A mon partenaire dans cette vie, mon mari TERBAH MOHMMED qui  
ne cesse de m'encourager ainsi que mon bébé AISSA*

*A mes frères BOZAR, MOHMED, BILAL, DJILALI*

*A mes beaux parents*

*A la famille TEKTAKI, TARBAH, DEMARQJI*

*AMINA*

## **Remerciements**

*Il est commun de dire qu'un Mémoire n'est pas uniquement le fruit de ses réalisateurs du fait que de nombreuses personnes contribuent à son exécution nous nous devons de remercier de nombreuses personnes et dans l'éventualité où nous en aurions oublié certains, nous leur prions de bien vouloir nous en excuser.*

*Avant tous, nous remercions Dieu tout puissant pour nous avoir fourni la force et la patience nécessaires pour l'élaboration de ce travail.*

*Nous remercions Mme ALAYAT moufida Saoucen et Melle ABDESSELAM Amira pour nous avoir proposé ce sujet intéressant et pour nous avoir dirigées et soutenues durant toute l'année.*

*Nos remerciements les plus sincères s'adressent au Chef de Département de Biologie, Mr. CHAIBI Rachid non seulement pour ces conseils précieux et son soutien durant tout notre cursus universitaire mais aussi d'avoir accepté de remplacer notre encadreur durant la soutenance. Nous tenons à remercier tous les enseignants qui ont illuminé nos obscurs moments durant les années des études.*

*Nous tenons également à remercier les membres de jury, Mr. LEBOUKH Mourad et Dr. GOUZI Hichem qui ont bien voulu examiner notre manuscrit et se déplacer en ces conditions si particulières.*

*Nous remercions par cette occasion tous les enseignants qui ont illuminé nos obscurs moments durant nos années des études.*

*Nous avons pris beaucoup de plaisir à travailler avec les membres du laboratoire de département de biologie et ceux du laboratoire de recherche. Nous les remercions vivement en particulier Pr. YOUSFI Mohammed*

*Nos vifs remerciements à tous les responsables de la bibliothèque de biologie et tout le staff de notre département.*

*Nous tenons à remercier Mr MEDJDOUB Talha pour toute l'aide qu'il a fourni.*

*Nous avons l'immense chance d'avoir des amis fidèles qui ont toujours répondu présent : promotion 2<sup>ème</sup> année master parasitologie et interaction négative surtout :*

**Melle TERBAH.I et Melle BEN KMASSI .N.**

## Table des matières

---

|                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------|-----|
| Listes des figures.....                                          | I   |
| Liste des photos.....                                            | II  |
| Liste des tableaux .....                                         | V   |
| Liste des abréviations .....                                     | VI  |
| Résumé.....                                                      | VII |
| <b>Introduction</b> .....                                        | 1   |
| <b>I. Les moustiques</b> .....                                   | 04  |
| 1.1. Généralités sur les moustiques.....                         | 04  |
| 1.2. Position Systématique et classification des moustiques..... | 04  |
| 1.3. Différences entre les principaux genres de moustiques.....  | 09  |
| 1.4. Morphologie.....                                            | 10  |
| 1.4.1. Œuf.....                                                  | 11  |
| 1.4.2. La larve.....                                             | 13  |
| 1.4.2.1. Tête.....                                               | 13  |
| 1.4.2.2. Thorax.....                                             | 14  |
| 1.4.2.3. Abdomen.....                                            | 15  |
| 1.4.3. La nymphe.....                                            | 17  |
| 1.4.4. Adulte ou imago.....                                      | 18  |
| 1.4.4.1. La tête.....                                            | 19  |
| 1.4.4.2. Le thorax.....                                          | 21  |
| 1.4.4.2.1. Le prothorax.....                                     | 21  |
| 1.4.4.2.2. Le mésothorax.....                                    | 21  |
| 1.4.4.2.3. Le métathorax.....                                    | 21  |
| 1.4.4.3. Aile.....                                               | 22  |
| 1.4.4.4. Pattes.....                                             | 23  |
| 1.4.4.5. Abdomen.....                                            | 23  |
| 1.5. Ethologie des Culicidées.....                               | 24  |
| 1.5.1. Imago.....                                                | 24  |
| 1.5.2. Nymphe.....                                               | 25  |
| 1.5.3. Larve.....                                                | 25  |
| 1.6. Bio-écologie des Culicidées.....                            | 26  |

## Table des matières

---

|                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| 1.6.1. Cycle de vie.....                                        | 26        |
| 1.6.1.1. Phase aérienne.....                                    | 26        |
| 1.6.1.2. Phase aquatique.....                                   | 27        |
| 1.7. Intérêt dans l'écosystème.....                             | 28        |
| 1.8. Nuisance et intérêt médical.....                           | 29        |
| 1.9. Les maladies à transmission vectorielle.....               | 29        |
| 1.9.1. Le paludisme.....                                        | 31        |
| 1.9.2. Filariose.....                                           | 33        |
| 1.9.3. La dengue.....                                           | 35        |
| 1.9.4. La fièvre jaune.....                                     | 36        |
| 1.9.5. Le virus du Nil Occidental.....                          | 38        |
| 1.10. Moyens de lutte contre les Culicidés.....                 | 40        |
| 1.10.1. La lutte physique.....                                  | 40        |
| 1.10.2. La lutte génétique.....                                 | 41        |
| 1.10.3. La lutte chimique.....                                  | 41        |
| 1.10.4. La lutte biologique .....                               | 42        |
| 1.10.4.1. Lutte microbiologique.....                            | 42        |
| 1.10.4.2. Lutte par les plantes médicinales.....                | 42        |
| <b>II. Les plantes médicinales.....</b>                         | <b>43</b> |
| 2.1. Généralités sur les plantes médicinales sélectionnées..... | 44        |
| 2.1.1. <i>Rosmarinus officinalis</i> L.....                     | 44        |
| 2.1.1.1. Description botanique.....                             | 45        |
| 2.1.1.2. Pays d'origine.....                                    | 45        |
| 2.1.1.3. Position systématique.....                             | 46        |
| 2.1.1.4. Composition chimique.....                              | 46        |
| 2.1.1.5. Récolte.....                                           | 46        |
| 2.1.2. <i>Juniperus Phoenicea (phoeoenicea)</i> L.....          | 47        |
| 2.1.2.2. Pays d'origine.....                                    | 48        |
| 2.1.2.3. Position systématique .....                            | 49        |
| 2.1.2.4. Composition chimique.....                              | 49        |
| 2.1.2.5. Récolte.....                                           | 49        |
| 2.2. Les huiles essentielles.....                               | 50        |

## Table des matières

---

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.1. Historique.....                                                | 50 |
| 2.2.2. Rôle écologique des huiles essentielles.....                   | 51 |
| 2.2.3. Propriétés physiques et chimiques des huiles essentielles..... | 51 |

### Chapitre 02 : Présentation de la région d'étude

|                                                             |           |
|-------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>I. Présentation de la région d'étude (Laghouat).....</b> | <b>52</b> |
| 1.1. Situation géographique.....                            | 52        |
| 1.2. Les reliefs.....                                       | 53        |
| 1.3. Les sols.....                                          | 54        |
| 1.4. Hydrologie.....                                        | 54        |
| 1.4.1. Les eaux de surfaces.....                            | 54        |
| 1.4.2. Les eaux souterraines.....                           | 54        |
| 1.5. Les facteurs climatiques.....                          | 55        |
| 1.5.1. Données climatiques.....                             | 55        |
| 1.5.1.1. La température.....                                | 55        |
| 1.5.1.2. La précipitation.....                              | 56        |
| 1.5.1.3. L'Humidité.....                                    | 57        |
| 1.5.1.4. Les vent.....                                      | 58        |
| 1.6. La synthèse climatique.....                            | 59        |
| 1.6.1. Le diagramme Ombrothermique.....                     | 59        |
| 1.6.2. Climagramme d'Emberger.....                          | 60        |
| 1.6.3. L'indice de l'aridité de Martonne.....               | 62        |
| 1.7. Considération de faunistiques et floristique.....      | 62        |
| 1.7.1 La faune.....                                         | 62        |
| 1.7.2 La flore.....                                         | 63        |
| <b>II. Présentation de la région d'étude (Djelfa).....</b>  | <b>63</b> |
| 2.1. Situation géographique des régions d'étude.....        | 63        |
| 2.2. Géologie et Géomorphologie.....                        | 64        |
| 2.2.1. Géologie.....                                        | 64        |
| 2.2.2. Géomorphologie.....                                  | 65        |
| 2.3. Les Reliefs.....                                       | 65        |
| 2.4. Les surfaces plus ou moins planes.....                 | 66        |

## Table des matières

---

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 2.5. Les dépressions.....                        | 66 |
| 2.6. Pédologies.....                             | 66 |
| 2.6.1. Sols peu évolués.....                     | 66 |
| 2.6.2. Sols calcimorphes.....                    | 66 |
| 2.7. Hydrologie.....                             | 67 |
| 2.8. La végétation.....                          | 67 |
| 2.9. La faune.....                               | 67 |
| 2.10. Caractères climatiques.....                | 68 |
| 2.10.1. Température.....                         | 68 |
| 2.10.2. Précipitation.....                       | 68 |
| 2.10.3. Vent.....                                | 69 |
| 2.10.4. Humidité relative de l'air.....          | 70 |
| 2.10.5. Gelée.....                               | 70 |
| 2.11. Synthèse Climatique.....                   | 71 |
| 2.11.1. Diagramme Ombrothermique De Gaussen..... | 71 |
| 2.11.2. Climagramme d'Emberger.....              | 72 |

## Chapitre 03 : Matériel et Méthodes

|                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>I. Choix des sites d'échantillonnage des moustiques.....</b>             | <b>74</b> |
| <b>II. Choix des sites d'échantillonnage des plantes médicinales.....</b>   | <b>77</b> |
| <b>III. Matériel biologique.....</b>                                        | <b>78</b> |
| 3.1. Modèle biologique 1 : Les larves de <i>Culiseta longireolata</i> ..... | 78        |
| 3.1.1. Choix des larves.....                                                | 78        |
| 3.1.2. Position systématique du <i>Culiseta longireolata</i> .....          | 78        |
| 3.2. Modèle biologique 2 : les plantes médicinales.....                     | 78        |
| 3.2.1. Choix des plantes.....                                               | 78        |
| 3.2.2. Position systématique du Romarin.....                                | 79        |
| 2.2.3. Position systématique de Genévrier.....                              | 79        |
| <b>IV. Matériel et produits utilisés.....</b>                               | <b>80</b> |
| <b>V. Méthode d'échantillonnage des populations Culicidiennes.....</b>      | <b>81</b> |
| 5.1. Echantillonnage des œufs de Culicidées.....                            | 81        |
| 5.2. Echantillonnage des larves de Culicidées.....                          | 81        |

## Table des matières

|                                                                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>VI. Méthode d'identification des moustiques.....</b>                                                                        | <b>83</b> |
| 6.1. Montage des lames et identification des larves.....                                                                       | 83        |
| 6.2. Montage des lames et identification des adultes.....                                                                      | 83        |
| <b>VII. Récolte et préparation des plantes.....</b>                                                                            | <b>84</b> |
| 7.1. Récolte des plantes.....                                                                                                  | 84        |
| 7.2. Séchage des plantes.....                                                                                                  | 84        |
| 7.3. Broyage des plantes.....                                                                                                  | 84        |
| <b>VIII. Préparation de l'extrait méthanoliques.....</b>                                                                       | <b>85</b> |
| 8.1. Mode opératoire.....                                                                                                      | 85        |
| 8.2. Calcul du rendement.....                                                                                                  | 85        |
| <b>IX. Préparation des extraits aqueux.....</b>                                                                                | <b>87</b> |
| 9.1. Mode opératoire.....                                                                                                      | 87        |
| 9.2. Calcul du rendement.....                                                                                                  | 87        |
| <b>X. Préparation des huiles essentielles.....</b>                                                                             | <b>89</b> |
| 10.1. Mode opératoire.....                                                                                                     | 89        |
| 10.2. Calcul du rendement.....                                                                                                 | 89        |
| 9.2. Préparation des solutions à partir des huiles essentielles .....                                                          | 90        |
| <b>XI. Tests de toxicité.....</b>                                                                                              | <b>90</b> |
| 11.1. Détermination de l'effet larvicide des extraits méthanoliques (Organique) sur <i>Culiseta longiareolata</i> .....        | 91        |
| 11.2. Détermination de l'effet larvicide des extraits aqueux (Organique) sur les larves de <i>Culiseta longiareolata</i> ..... | 92        |
| 11.3. Détermination de l'effet larvicide des huiles essentielles sur les larves de <i>Culiseta longiareolata</i> .....         | 93        |
| <b>XII. Méthode de traitement des résultats.....</b>                                                                           | <b>93</b> |

## Chapitre 4 : Résultats et Discussion

|                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>I. Inventaire des espèces rencontrées.....</b>                     | <b>94</b> |
| <b>II.I. identification de <i>Culiseta longiareolata</i> .....</b>    | <b>95</b> |
| 2. 1. Identification des œufs de <i>Culiseta longiareolata</i> .....  | 95        |
| 2.2. Identification des larves de <i>Culiseta longiareolata</i> ..... | 96        |
| 2.2.1. La tête.....                                                   | 96        |

## Table des matières

|                                                                                           |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.2.2. L'abdomen.....                                                                     | 97         |
| 2.3. Identification des nymphes de <i>Culiseta longiareolata</i> .....                    | 98         |
| 2.4. Identification des adultes de <i>Culiseta longiareolata</i> .....                    | 98         |
| 2.4.1. La tête.....                                                                       | 99         |
| 2.2.2. Aile.....                                                                          | 99         |
| 2.2.3 Patte I.....                                                                        | 100        |
| <b>II. Résultat relatif aux extraits et aux huiles essentielles des deux plantes.....</b> | <b>101</b> |
| <b>III. Les tests de toxicités.....</b>                                                   | <b>102</b> |
| 3.1. L'effet larvicide des extraits méthanoliques.....                                    | 102        |
| 3.1.1. Effet larvicide du romarin.....                                                    | 104        |
| 3.1.2. Effet larvicide du genévrier.....                                                  | 105        |
| 3.2. Effet larvicide des extraits aqueux.....                                             | 107        |
| 3.2.1. Effet larvicide du romarin.....                                                    | 107        |
| 3.2.2. Effet larvicide du genévrier.....                                                  | 109        |
| 3.3. Effet larvicide de deux huiles essentielles.....                                     | 110        |
| 3.3.1. Effet de <i>Romarinus officinalis</i> .....                                        | 110        |
| 3.3.2. Effet du genévrier.....                                                            | 113        |
| 3.4. Comparaison de l'efficacité des deux plantes.....                                    | 115        |
| 3.4.1. Les extraits méthanoliques.....                                                    | 115        |
| 3.4.2. Les extraites aqueux.....                                                          | 116        |
| 3.4.3. Comparaison des huiles essentielles des deux plantes.....                          | 117        |
| <b>Conclusion .....</b>                                                                   | <b>118</b> |
| <i>Références bibliographiques.....</i>                                                   | <i>119</i> |
| <i>Annexes</i>                                                                            |            |

## Liste des figures

| N° | Titre                                                                    | Page |
|----|--------------------------------------------------------------------------|------|
| 01 | Classification des Culicidées ou moustiques                              | 06   |
| 02 | Classification des Culicidae de l'Afrique méditerranéenne                | 07   |
| 03 | Systématique générale des Culicidés présents en Algérie                  | 08   |
| 04 | Les différences morphologiques entre les Culicinae et l'Anophelinae      | 11   |
| 05 | Aspect général des œufs de Culicidae                                     | 12   |
| 06 | La différence entre les Œufs des Anophélinés et Culicinés                | 12   |
| 07 | Larve de <i>Culex pipiens</i>                                            | 13   |
| 08 | Tête de larve Culicidae                                                  | 14   |
| 09 | Thorax de larve Culicidae                                                | 14   |
| 10 | Chetotaxie de la face dorsale du thorax et de l'abdomen des larves       | 15   |
| 11 | Soies du siphon et des segments VIII et X d'une larve de Culicinae       | 16   |
| 12 | Abdomen de larve Culicidae                                               | 16   |
| 13 | La différence entre les larves des Anophélinés et Culicinés              | 16   |
| 14 | Aspect général d'une Nymphe de Culicidae                                 | 17   |
| 15 | Emergence des adultes                                                    | 17   |
| 16 | La différence entre les nymphes des Anophélinés et Culicinés             | 17   |
| 17 | Aspect général d'un Culicinae adulte                                     | 18   |
| 18 | Morphologie générale schématique d'un moustique adulte                   | 19   |
| 19 | Morphologie schématique de la tête de Culicinae                          | 20   |
| 20 | Les différences entre les têtes des adultes des Anophélinés et Culicinés | 20   |
| 21 | Vue latérale du thorax de moustique                                      | 21   |
| 22 | Morphologie de l'aile chez les moustiques                                | 22   |

## Liste des figures

|    |                                                                                                 |    |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 23 | Morphologie des pattes                                                                          | 23 |
| 24 | Abdomen de adulte Culicidae                                                                     | 24 |
| 25 | Cycle de développement de <i>Culex pipiens</i>                                                  | 28 |
| 26 | Mortalité humaine due aux maladies vectorielles                                                 | 30 |
| 27 | Cycle de transmission du paludisme                                                              | 32 |
| 28 | Cycle de transmission de la filariose                                                           | 34 |
| 29 | Les deux cycles de transmission des DENV Virus de la dengue                                     | 35 |
| 30 | Schéma représentatif de cycle de la fièvre jaune                                                | 37 |
| 31 | Cycle de transmission du virus de Nil Occidental                                                | 39 |
| 32 | Situation géographique de la wilaya de Laghouat                                                 | 53 |
| 33 | Les températures moyennes mensuelles enregistrées à Laghouat en 1996-2016                       | 56 |
| 34 | Les précipitations moyennes mensuelles enregistrées à Laghouat en 1996-2016                     | 57 |
| 35 | Moyennes mensuelles de l'humidité exprimées en (%) pour la période s'étendant entre 2004 à 2016 | 58 |
| 36 | Moyennes mensuelles de la vitesse du vent (m/s) (2004-2016)                                     | 59 |
| 37 | Diagramme Ombrothermique de GAUSSENet BAGNAULS de la région de Laghouat (1996-2016)             | 60 |
| 38 | Situation bioclimatique de la région de Laghouat dans le climagramme d'Emberger (1996– 2016)    | 61 |
| 39 | Localisation de la région d'étude (Djelfa)                                                      | 64 |
| 40 | Températures moyennes mensuelles (°C) enregistrées à Djelfa entre 2002-2012                     | 68 |
| 41 | Les précipitations moyennes mensuelles enregistrées à Djelfa entre 2002-2012                    | 69 |
| 42 | Vitesses moyennes mensuelles de vent, enregistrées à Djelfa entre 2002-2012                     | 69 |
| 43 | Les valeurs d'humidité moyennes mensuelles enregistrées à Djelfa entre 2002-2012                | 70 |
| 44 | Nombre moyennes des jours de gelée durant la période (2002-2012)                                | 71 |
| 45 | Diagramme Ombrothermique de GAUSSENet BAGNAULS de la région de Djelfa                           | 72 |
| 47 | Localisation des sites d'étude                                                                  | 74 |

## Liste des figures

|    |                                                                                                                                                      |     |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 48 | La localisation du site d'échantillonnage des plantes                                                                                                | 77  |
| 49 | Protocole de préparation de l'extrait méthanolique                                                                                                   | 86  |
| 50 | Protocole de préparation des l'extraits aqueux                                                                                                       | 88  |
| 51 | Protocole de préparation des huiles essentielles                                                                                                     | 90  |
| 52 | Droite de régression du taux de mortalité cumulé en fonction des concentrations après 24h                                                            | 103 |
| 53 | variation temporelles des taux de mortalité des larves de <i>Culiseta longireolata</i> (%) en fonctions des concentrations de l'extrait méthanolique | 104 |
| 54 | Droite de régression du taux de mortalité cumulé en fonction des concentrations après 24h                                                            | 105 |
| 55 | Variation temporelle des taux de mortalité (%) en fonctions concentration                                                                            | 106 |
| 56 | Droite de régression de taux de mortalité cumulé en fonction des concentrations après 24h                                                            | 107 |
| 57 | variation temporelle des taux de mortalité (%) en fonctions des concentrations                                                                       | 108 |
| 58 | Droite de régression de taux de mortalité cumulé en fonction des concentrations après 24h                                                            | 109 |
| 59 | Variation temporelle des taux de mortalité cumulés en fonction                                                                                       | 110 |
| 60 | Droite de régression de taux de mortalité cumulé en fonction des concentrations après 24h                                                            | 111 |
| 61 | Variation des taux de mortalité cumulés en fonctions des concentrations                                                                              | 112 |
| 62 | Droite de régression de taux de mortalité cumulé en fonction des concentrations après 24h                                                            | 113 |
| 63 | Variation temporelle des taux de mortalité cumulés en fonctions des concentrations                                                                   | 114 |
| 64 | Comparaison des extraits méthanoliques du romarin et du genévrier                                                                                    | 115 |
| 65 | Comparaison des extraits aqueux du romarin et du genévrier                                                                                           | 116 |
| 66 | Comparaison des huiles essentielles du romarin et du genévrier                                                                                       | 117 |



## Liste des photos

| N° | Titre                                                                                     | Page |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 01 | Quelques symptômes du paludisme                                                           | 32   |
| 02 | Quelques symptômes de la Filariose lymphatique                                            | 34   |
| 03 | Quelques symptômes de la dengue hémorragique                                              | 36   |
| 04 | Singe clinique de fièvre jaune                                                            | 37   |
| 05 | Quelques symptômes du West Nile des oiseaux                                               | 39   |
| 06 | <i>Rosmarinus officinalis L</i>                                                           | 44   |
| 07 | <i>Juniperus Phoenicea (phoeoenicea) L</i>                                                | 47   |
| 08 | Gite de Lalmaya                                                                           | 75   |
| 09 | Gite de l'Université Laghouat                                                             | 76   |
| 10 | Gite du de <i>Culiseta</i> Oued m'zi                                                      | 76   |
| 11 | Elevage des œufs (nacelle)                                                                | 81   |
| 12 | Méthode d'échantillonnage des larves de Culicidées                                        | 82   |
| 13 | Elevage des nymphes                                                                       | 83   |
| 14 | Séchage des plantes                                                                       | 84   |
| 15 | Broyage des plantes                                                                       | 85   |
| 16 | Test de toxicité des extraits méthanoïque sur les larves de <i>Culiseta longireolata</i>  | 91   |
| 17 | Tests de toxicité sur les larves de <i>Culiseta longireolata</i>                          | 92   |
| 18 | Test de toxicité des l'huiles essentielles sur les larves de <i>Culiseta longireolata</i> | 93   |
| 19 | Œufs de <i>Culiseta longiareolata</i> observée par loupe binoculaire                      | 95   |
| 20 | Longueur de l'antenne                                                                     | 96   |
| 21 | Structure hypostomale                                                                     | 96   |
| 22 | Ornementation du tégument de l'antenne lisse                                              | 96   |
| 23 | Plaque abdominale                                                                         | 97   |
| 24 | Disposition des épines du VIII Segment                                                    | 97   |
| 25 | Ornementation du siphon                                                                   | 97   |
| 26 | La nymphe de <i>Culiseta longiareolata</i>                                                | 98   |
| 27 | Antenne moyennement plumeuse                                                              | 99   |
| 28 | Antenne très plumeuse                                                                     | 99   |
| 29 | caractéristiques de la tête de <i>Culiseta longiareolata</i>                              | 99   |
| 30 | Ornementation de l'aile                                                                   | 100  |
| 31 | Ornementation de la base                                                                  | 100  |
| 32 | Position de l'apex de la nervure 1-A                                                      | 100  |
| 33 | Longueur du tarsomère 4 à égale ou supérieure, à celle du tarsomère 5                     | 100  |

## Liste des tableaux

---

| N° | Titre                                                                                              | Page |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 01 | Position des moustiques au sein de la classification des êtres vivants et description              | 05   |
| 02 | Les espèces de Culicidae connues en Algérie                                                        | 09   |
| 03 | Principales différences biologiques des moustiques <i>Anopheles</i> , <i>Aedes</i> et <i>Culex</i> | 10   |
| 04 | Principales affections vectoriels transmises à l'homme par les Culicidae                           | 31   |
| 05 | Répartition de territoire de la région de Laghouat                                                 | 52   |
| 06 | Matériels et produits utilisés                                                                     | 80   |
| 07 | Les concentrations des extraits méthanolique des plantes                                           | 91   |
| 08 | Rendement des plantes en extraits méthanoliques                                                    | 101  |
| 09 | Rendement des plantes en extraits aqueux                                                           | 101  |
| 10 | Rendement des plantes en huiles essentielles                                                       | 102  |

## Liste d'abréviation

---

|                |                                                                   |
|----------------|-------------------------------------------------------------------|
| <b>A.N.D.I</b> | : Agence National de Développement et d'Investissement            |
| <b>B.N.E.F</b> | : Bureau Nationale Des Etudes Forestières                         |
| <b>Bti</b>     | : <i>Bacillus thuringiensis israelensis</i>                       |
| <b>C.C.M</b>   | : Chromatographie sur Couche Mince                                |
| <b>C.D.F</b>   | : Conservation des Forêts                                         |
| <b>C.D.L</b>   | : La Commission de Développement Local-Assises                    |
| <b>CL 90</b>   | : Concentration Létale, qui tue 90 %                              |
| <b>CL50</b>    | : Concentration Létale, qui tue 50 %                              |
| <b>D.P.A.T</b> | : Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire |
| <b>D.S.A</b>   | : Direction des Services Agronomiques                             |
| <b>DDT</b>     | : DichloroDiphenylTichloroethane                                  |
| <b>DENV</b>    | : Le Virus de la Dengue                                           |
| <b>DMSO</b>    | : Diméthylsulfoxyde                                               |
| <b>EM</b>      | : Extrait Methanolique                                            |
| <b>FWN</b>     | : La Fièvre du West Nile                                          |
| <b>H</b>       | : Humidité                                                        |
| <b>HE</b>      | : les Huiles essentielles                                         |
| <b>L3</b>      | : Larve au stade 3                                                |
| <b>LAV</b>     | : La Lutte Anti-Vectorielle                                       |
| <b>O.N.M</b>   | : l'Office National de Météorologique                             |
| <b>P</b>       | : Précipitations                                                  |
| <b>R.C.D</b>   | : Réserve de Chasse de Djelfa                                     |
| <b>S.F.P</b>   | : Société française de parasitologie                              |
| <b>S.M.V</b>   | : Société de médecine des voyages                                 |
| <b>T</b>       | : Température                                                     |
| <b>V</b>       | : Vent                                                            |
| <b>VNO</b>     | : Le Virus du Nil Occidental                                      |

## Contribution à l'étude de la toxicité de deux plantes médicinales (*Rosmarinus officinalis* et *Juniperus phoenicea*) sur les larves de *Culiseta longiareolata* dans la région de Laghouat

### Résumé

Les Culicidae causent de graves préjudices tant à l'homme qu'aux animaux par leur rôle vecteur potentiel de maladies infectieuses, tel que le paludisme, la fièvre jaune, la dengue, la filariose. La lutte biologique propose de nouvelles solutions afin de lutter contre ces insectes nuisibles, tout en préservant l'environnement et la faune associée non visée.

Dans cette perspective nous avons élaboré un plan d'étude qui vise à tester l'effet larvicide des huiles essentielles, des extraits méthanoliques et des extraits aqueux de deux plantes médicinales *Juniperus phoenicea* et *Rosmarinus officinalis* récolté dans la région de Djelfa sur les larves de *Culiseta longiareolata*. Les résultats obtenus montrent que les deux plantes ont eu un effet sur l'espèce de moustique susmentionnée. Cependant, nous avons noté que les extraits méthanoliques et aqueux de *Rosmarinus officinalis* sont plus efficaces que ceux de *Juniperus phoenicea* ce qui est le contraire concernant les huiles essentielles.

**Mot clé:** *Culiseta longiareolata*, lutte biologique, Laghouat, Djelfa, *Juniperus phoenicea*, *Rosmarinus officinalis*.

## Contribution to the study of the toxicity of two medicinal plants (*Rosmarinus officinalis* et *Juniperus phoenicea*) on *Culiseta longiareolata* larvae in Laghouat region

### Abstract

The Culicidae cause serious damages both to humans and animals by their potential vector role for infectious diseases, such as malaria, yellow fever, dengue, filariasis. Biological control proposes new solutions to combat these pests while preserving the environment and non-target associated wildlife.

For this perspective, we have developed a study plan which aims to test the larvicidal effect of essential oils, methanolic extracts and aqueous extracts of two medicinal plants *Juniperus phoenicea* and *Rosmarinus officinalis* which were harvested in the region of Djelfa on the *Culiseta longiareolata* larvae. The obtained results show that the two plants had an effect on the aforementioned mosquito species. However, we noted that the methanolic and aqueous extracts of *Rosmarinus officinalis* are more effective than those of *Juniperus phoenicea*. However, it was the opposite with essential oils.

**Key word:** *Culiseta longiareolata*, biological control, Laghouat, Djelfa, *Juniperus phoenicea*, *Rosmarinus officinalis*.

مساهمة في دراسة تأثير نبتتين طبييتين ( إكليل الجبل و العرعار الفينيقي ) على يرقات *Culiseta longiareolata* في منطقة الاغواط

### ملخص

يتسبب البعوض في أضرار جسيمة لكل من الإنسان و الحيوان و ذلك من خلال دوره الفعال في نقل الأمراض المعدية ، مثل الملاريا ، الحمى الصفراء ، حمى الضنك و داء الخيطيات.

ان التقدم في ميدان مكافحة البيولوجية يقدم حولا جديدة لمكافحة هذه الحشرات الضارة مع الحفاظ على البيئة و الحيوانات غير المستهدفة. وانطلاقا من هذا المنظور وضعنا خطة دراسية تهدف إلى اختبار تأثير الزيوت الأساسية، والمستخلصات المائية و الميثانولية على يرقات البعوض من نوع *Culiseta longiareolata* لنوعين من النباتات الطبية : العرعار الفينيقي و إكليل الجبل المحصود من منطقة الجلفة. و أظهرت النتائج ان كلا من النبتتين لهما تأثير على نوع البعوض المذكور سابقا. و لاحظنا الى جانب ذلك أن المستخلصات المائية و الميثانولية لإكليل الجبل هي أكثر فعالية مقارنة مع العرعار الفينيقي. بالنسبة للزيوت الأساسية لاحظنا عكس هذه النتائج.

**الكلمات المفتاحية :** *Culiseta longiareolata*، المكافحة البيولوجية، الاغواط، الجلفة ، العرعار الفينيقي ، إكليل الجبل.

# Introduction

La biodiversité peut être comprise comme une étude de la différence, à savoir ce qui distingue et par la même rend originale deux entités voisines dans l'espace ou dans le temps (**Blondel, 1975**). La conservation de la biodiversité passe obligatoirement par une parfaite connaissance de la distribution de la faune et de la flore (**Lobo et al., 1997**). Cette faune qui est représentée par toutes les espèces animales d'un écosystème, compte les insectes qui constituent près de 60 % du règne animal (**Pavan, 1986**) et 50 % de la diversité de la planète (**Wilson, 1995**).

Appartenant à l'embranchement des Arthropodes ; Les insectes hématophages sont responsable de la transmission d'agent infectieux (Virus, Bactérie, Protozoaire ou Helminthe) d'un individu infecté à un individu sain, provoquant ainsi bon nombre de maladies vectorielles (**Rodhain et Perez, 1985**), en effet leurs rôles épidémiologiques variés, ont fait d'eux un problème majeur de santé publique (**Berge, 1975**).

Parmi les plus redoutables insectes vecteurs au monde, les moustiques se taillent une place de choix, ils sont affiliés à l'ordre des diptères et à la famille des Culicidés. Ils sont cosmopolites et sont groupés en trois familles: la troisième qui porte des femelles non hématophage deux sous-familles ; Culicinae et Anophelinae répartis à travers le monde en 1400 espèces (**Edwards, 1941**).

Les Culicidae causent de graves préjudices tant à l'homme qu'aux animaux par leur rôle vecteurs potentiels de maladies infectieuses, tel que le paludisme, la fièvre jaune, la dengue, la filariose et la peste équine, La morphologie du moustique est aussi en rapport direct avec son mode de vie. Cet insecte comporte une écophase aquatique concernant les stades pré imaginaires (œuf, larves et nymphe) alors que les adultes ont une vie aérienne.

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

Au cours des vingt dernières années, la faune Culicidienne d'Algérie a fait l'objet d'un grand nombre de travaux qui s'intéressent plus particulièrement à la systématique, la biochimie, la morphométrie, la lutte chimique et biologique à l'égard des moustiques des différentes régions du pays.

A l'heure actuelle, le contrôle des populations de Culicides n'est pas le risque sanitaire, mais beaucoup plus les fortes nuisances qu'elles engendrent.

Les 30 dernières années ont vu la résurgence dramatique de maladies infectieuses de toutes sortes, particulièrement celles à transmission vectorielle (**Gubler, 2004**). Tandis que de nouvelles pathologies apparaissaient (fièvre de la vallée du Rift, West Nile), un problème majeur est venu de la réémergence de parasites et de virus qui avaient été efficacement contrôlés dans certaines régions du monde tels que le paludisme, la leishmaniose, l'encéphalite japonaise, la fièvre jaune ou la dengue. En effet, 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.

La lutte anti-moustique par des insecticides est très efficace sur les moustiques culicidés, comprend plusieurs méthodes : méthodes faisant appel à des analogues synthétiques d'hormones d'insectes (hormone juvénile, ecdysone) qui perturbent l'éclosion des œufs, méthodes génétiques dont la plus connue est la stérilisation des mâles, les méthodes écologiques consistent à rendre le milieu défavorable au développement de l'insecte .mais la lutte chimique présente plusieurs inconvénients. En effet, ils peuvent être, en plus d'un effet néfaste sur la vie aquatique, à l'origine de divers problèmes environnementaux (**Aouinty et al., 2006**). Notamment le phénomène de la résistance des insectes aux insecticides (**Cui et al., 2007; Daaboub et al., 2008; kioulos et al., 2013; EL Ouali Lalami et al., 2014**). Par ailleurs, les chercheurs et scientifiques tentent d'ores et déjà de trouver des alternatives efficaces et accessibles à partir de produits naturels car la lutte biologique reste la plus sûre, la plus sélective.

Alors, les substances naturelles comme les molécules bioactives issues des végétaux suscitent actuellement un intérêt tout particulier par leurs multiples activités biologiques (antibactérienne, antioxydant et insecticides) tant appréciées dans le domaine de la santé humaine et de l'industrie alimentaire, pharmaceutique ou cosmétique.

L'Algérie possède une position géographique particulière lui accordant une large bande de végétation très variée notamment les plante aromatique médicinales. En Algérie, la phytothérapie est une pratique très ancienne. La connaissance empiriques se sont transmises verbalement à travers les générations et se sont enrichies grâce à la situation géographique stratégique bien connue de l'Algérie. A cet effet, et dans le cadre de la valorisation de la flore algérienne et dans le but d'étudier l'effet insecticide des huiles essentielles, des extrait méthanoliques et des extraits aqueux de deux plantes médicinales

sur les larves de Culicidées, on s'est intéressé aux deux espèces autochtones : *Juniperus phoenicea* et *Rosmarinus officinalis*.

Notre mémoire s'articule autour de quatre chapitres :

Après une introduction donnant un aperçu générale sur les Culicidés, les maladies vectorielle y découlant, les méthodes de luttés utilisées pour éradiquer ces moustiques avec une chronologie des faits, vient le premier chapitre qui porte une vue bibliographique sur, d'une part, les Culicidées en général ainsi que leur rôle vecteur et d'autre part, sur les deux plantes médicinales utilisées dans ce travail. Le deuxième chapitre présentera la zone d'étude en précisant les caractères climatologiques, édaphiques ainsi que la faune et la flore. Le troisième chapitre s'attardera sur le matériel et les méthodes utilisées, décrivant d'abord le matériel animal sur lequel les tests ont été réalisés à savoir, les larves de l'espèce *Culiseta longiorelata*, ensuite le matériel végétal représenté par le Genévrier et le Romarin et à la fin les techniques utilisées au laboratoire pour toutes les expérimentations d'extractions et celle ayant trait à la toxicologie. Le quatrième chapitre regroupe les résultats obtenus de ces expérimentations accompagnés d'une discussion qui est rédigée en référence à des travaux réalisés par d'autres auteurs. Le manuscrit s'achèvera par une conclusion et des perspectives.

# **Chapitre 01**

## **Synthèse**

### **Bibliographique**

## I. Les moustiques

### 1.1. Généralités sur les moustiques

Les moustiques appartiennent au règne Animal, au sous-règne des Métazoaires ou animaux formés de plusieurs cellules, à l'embranchement des Arthropodes et à la classe des Insectes. Ces Insectes Ptérygotes (sous-classe) ou à métamorphose plus ou moins complète (**Qutubuddin, 1960; Stoll et al., 1961; Stone et al., 1959**).

L'ordre des Diptères sont caractérisés par deux paires d'ailes dont la deuxième est transformé en haltère et compte environ 80000 espèces et se place au quatrième rang après les Coléoptères (300000 espèces), les Lépidoptères (100000 espèces) et les Hyménoptères (100000 espèces) (**Knight et Stone, 1977**).

C'est au sous ordre des Nématocères (pièces buccales modifiées pour piquer ou sucer), à la famille des Culicidae qu'appartiennent les moustiques. Ils se distinguent des autres Nématocères piqueurs par leur trompe longue et la présence d'écailles sur les nervures des ailes. Leur développement à métamorphose complète (holométabole) se déroule en deux phases à savoir :

- la phase aquatique regroupant: l'œuf, les quatre stades larvaires et la nymphe.
- la phase aérienne qui concerne l'adulte ailé ou imago (**Ayitchedji, 1990**).

Cependant, il occupe la première place par le rôle de vecteur d'organismes pathogènes (Virus, Protozoaires, Helminthes) de certains de ses représentants, soit par la nuisance d'autres. Ce groupe d'insectes hématophage a bénéficié du plus grand nombre d'étude dans le monde et dans le temps (**Bouderhem, 2015**).

Les culicidés sont des insectes omniprésents, qui peuvent se rencontrer dans presque tous les types de régions climatiques du monde, depuis les contrées arctiques jusqu'aux tropiques, survivant aux rudes hivers ou aux saisons sèches en fonction de leur habitat. Suivant l'espèce, ils peuvent proliférer dans tous les types de flaques, de l'eau fortement polluée à l'eau propre, depuis les petites accumulations d'eau dans les boîtes en étain, jusqu'aux mares et aux ruisseaux ; telle est leur capacité d'adaptation (**Tabti, 2015**).

### 1.2. Position Systématique et classification des moustiques

Les moustiques sont des arthropodes appartenant à la classe des insectes dans le règne animal (**Seguy, 1923**).

La famille des Culicidés appartient à l'un des plus importants ordres de l'embranchement des arthropodes ; l'ordre des diptères qui se divise lui-même en deux sous ordres ; les Brachycères et les Nématocères (**Grassé et al., 1970**).

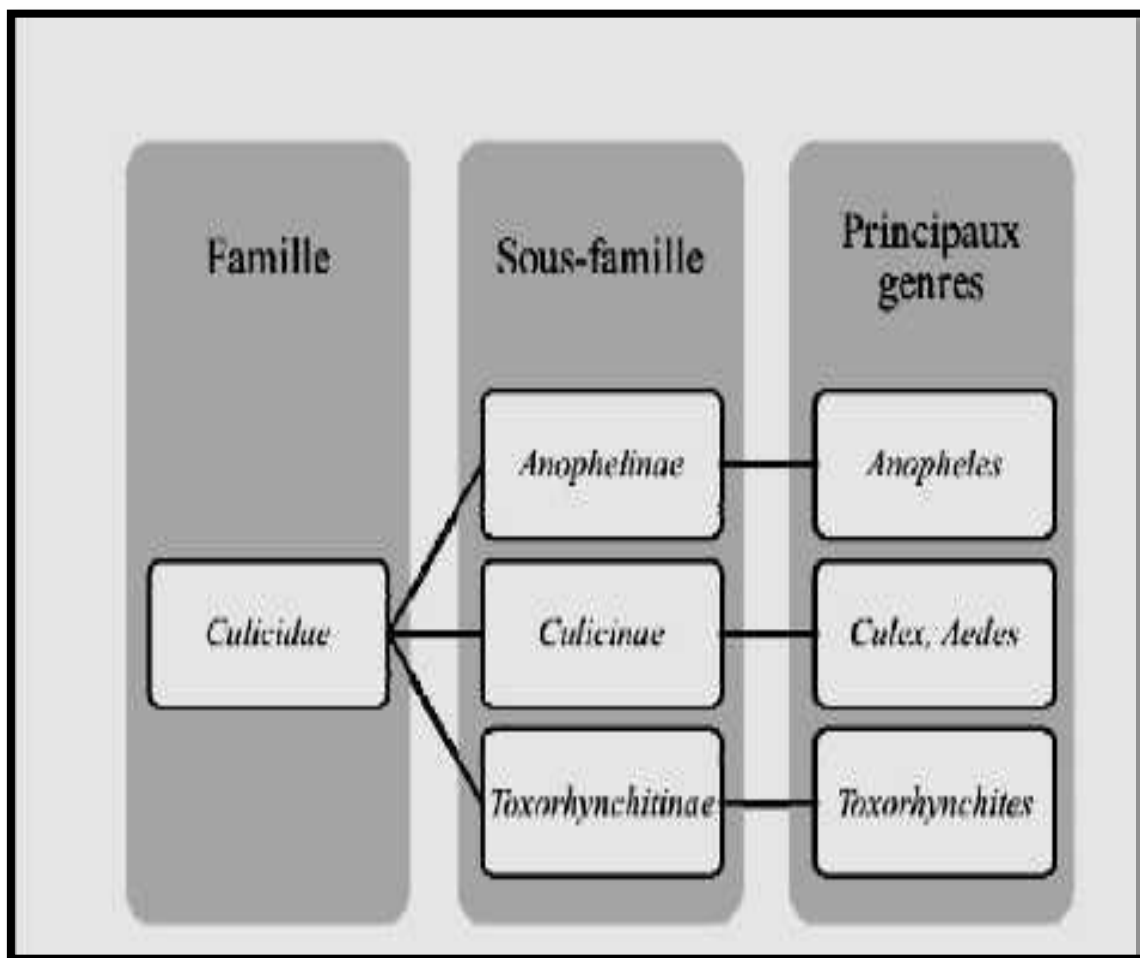
**Tableau 01** : Position des moustiques au sein de la classification des êtres vivants et description selon Meigen (1818)

| Classification | Dénomination | Signification                                                                                                            |
|----------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Règne          | Animalia     | Etre vivant hétérotrophe (se nourrissant de matière organique)                                                           |
| Sous règne     | Metazoa      | Organisme eucaryote pluricellulaire                                                                                      |
| Embranchement  | Arthropoda   | Corps segmenté (métamère) pourvu d'un squelette externe (Cuticule)                                                       |
| Sous-Emb       | Hexapoda     | Possèdent trois paires de pattes articulées                                                                              |
| Classe         | Insecta      | Corps composé de trois parties (tête, thorax, abdomen) et d'une paire d'antennes<br>Adulte possédant deux paires d'ailes |
| Sous-classe    | Pterygota    |                                                                                                                          |
| Infra-classe   | Neoptera     | Ailes pourvues d'un champ jugal et repliées en arrière au repos                                                          |
| Super-ordre    | Holometabola | Larves et adultes différent radicalement. La larve est aptère et grandit sans changer de forme                           |
| Ordre          | Diptera      | Une seule paire d'aile assure la fonction de vol, la deuxième assure la stabilité de l'insecte lors du vol (balanciers)  |
| Sous-ordre     | Nematocera   | Trompe longue (articulé) et la présence d'écailles sur les nervures des ailes                                            |
| Famille        | Culicidae    | Non vernaculaire : Moustiques                                                                                            |

Source : Guillaume (2012)

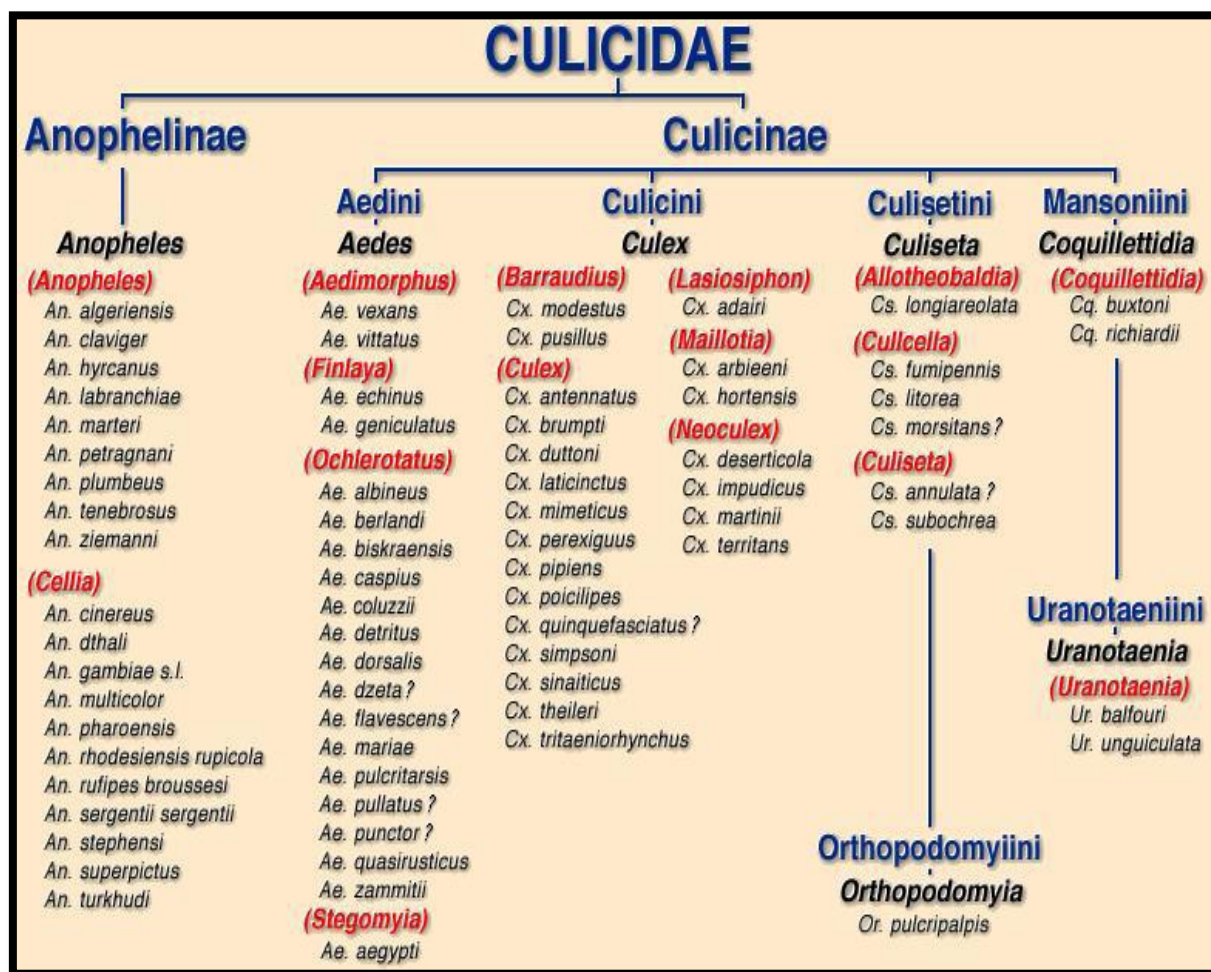
Les moustiques ont été classés dans trois sous-familles : les Culicinae, les Anophelinae et les Toxorhynchitinae constituée d'un seul genre Toxorhynchites qui sont des moustiques de grande taille et inoffensifs au stade imaginal (Figure 01).

Les Toxorhynchitinae ont peu retenu l'attention des entomologistes médicaux car leurs femelles ne sont pas hématophages (**Henrique, 2004**).



**Figure 01 :** Classification des Culicidées ou moustiques (*Anopheles Group, 2012*)

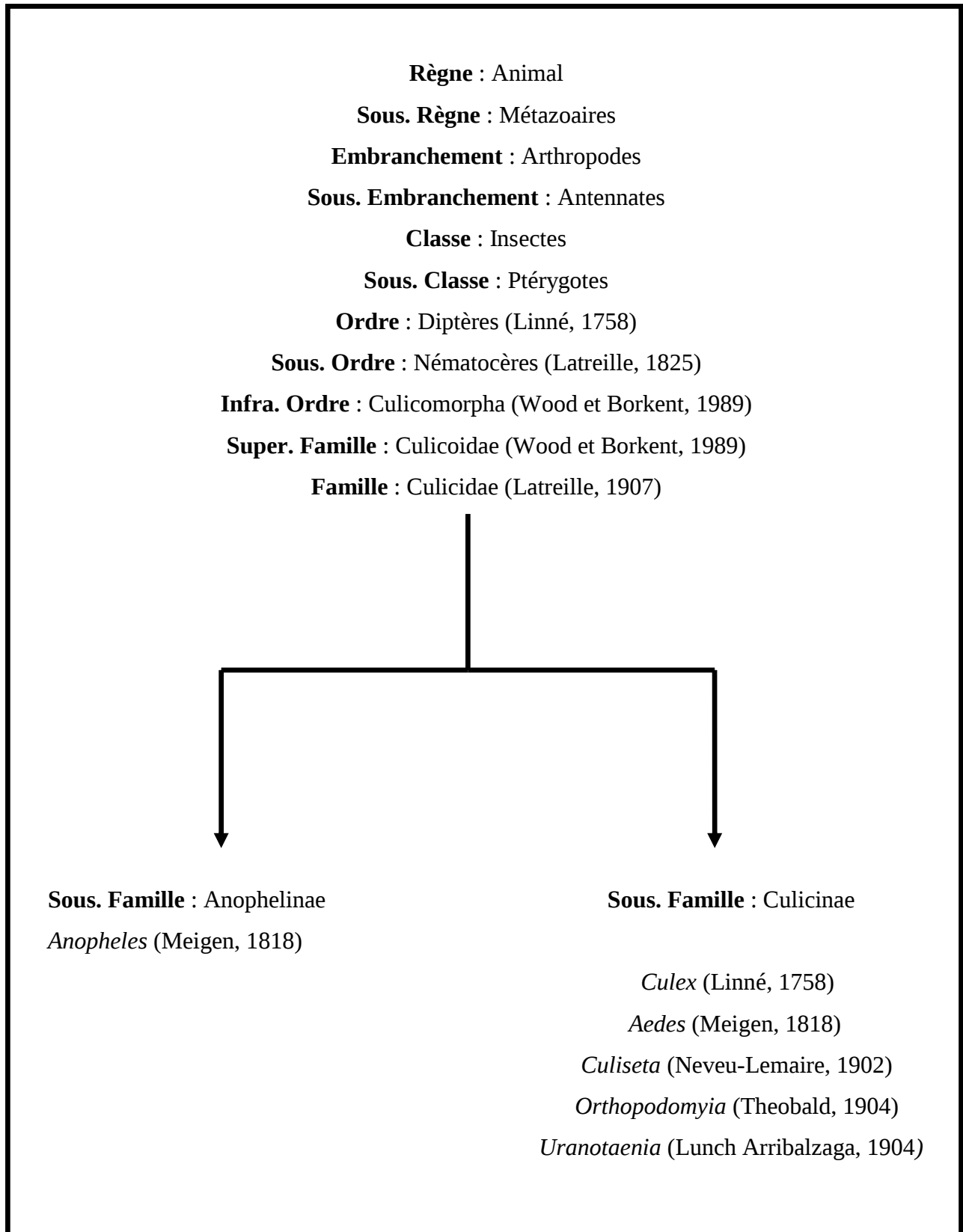
La famille des Culicidae comprend environ 3000 espèces dans le monde (**Knight et Stone, 1977**), la faune de l'Afrique de nord est composé de 66 espèces appartenant à deux sous familles, en sept genres et en dix sept sous genre (Figure 02) dont sa richesse spécifique varie considérablement d'un pays à l'autre (**Brunhes et al., 2000**).



**Figure 02 : Classification des Culicidae de l'Afrique méditerranéenne  
(Brunhes et al., 1999)**

En Algérie, 50 espèces des Culicidés de 6 genres différents sont regroupés dans les sous-familles Culicinae et Anophelinae (Tahraoui, 2012). Les Taxorhynchitinae ne sont pas représentés (Figure 01) (Larbi, 2015).

Les deux sous-familles Culicinae et Anophelinae sont représentées en Algérie avec six genres représentés comme suit (Figure 03).



**Figure 03 : Systématique générale des Culicidés présents en Algérie (Berchi, 2000)**

Tableau 02 : Les espèces de Culicidae connues en Algérie

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

Source : Brunhes et al., 1999

### 1.3. Différences entre les principaux genres de moustiques

L'activité des moustiques femelles varie selon le genre, ce qui implique une LAV adaptée. Ainsi, les moustiques du genre *Aedes*, pouvant transmettre les virus de la dengue et du chikungunya, piquent habituellement le jour (dits diurnes). Pour se protéger de ces moustiques, il est donc recommandé d'utiliser des vêtements couvrants imprégnés d'insecticides et des répulsifs cutanés toute la journée. À l'opposé, les moustiques des genres *Culex* et *Anopheles*, potentiellement vecteurs des virus West Nile ou à encéphalite et des *Plasmodium* (paludisme), piquent préférentiellement entre le coucher et le lever du soleil (dits nocturnes). La protection contre leur piqûre doit donc être maximale la nuit avec l'usage de répulsifs cutanés et surtout de moustiquaires imprégnées (Maurille, 2005).

Le tableau 03 Compare les caractéristiques biologiques des trois principaux genres de moustiques. Selon les genres de moustiques, l'activité hématophage est également variable en termes de mode de piqûre et d'aspect de la piqûre. Par ailleurs, des

paramètres tels que l'habitat préférentiel participent aux critères de choix des stratégies de LAV (Goislard, 2012).

**Tableau 03** : Principales différences biologiques des moustiques *Anopheles*, *Aedes* et *Culex* (SMV et SFP, 2010)

| Différences                 | <i>Anopheles</i>                                                                    | <i>Aedes</i>                                                 | <i>Culex</i>               |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------|
| <b>Habitat préférentiel</b> | Préférentiellement rural<br>Mais également péri-urbain ou urbain surtout en Afrique | Variable selon les espèces, mais parfois strictement urbain  |                            |
| <b>Horaire des piqûres</b>  | Nocturne (mais espèces Crépusculaires en Amérique du Sud)                           | Diurne                                                       | Nocturne                   |
| <b>Mode de piqûre</b>       | En une fois                                                                         | Harcèle son hôte jusqu'à avoir pris un repas complet         | Ordinairement, en une fois |
| <b>Type de vol</b>          | Silencieux                                                                          | Bruyant                                                      |                            |
| <b>Aspect de la piqûre</b>  | Non douloureuse, peu de signes inflammatoires                                       | Sensible avec signes inflammatoires plus ou moins importants |                            |

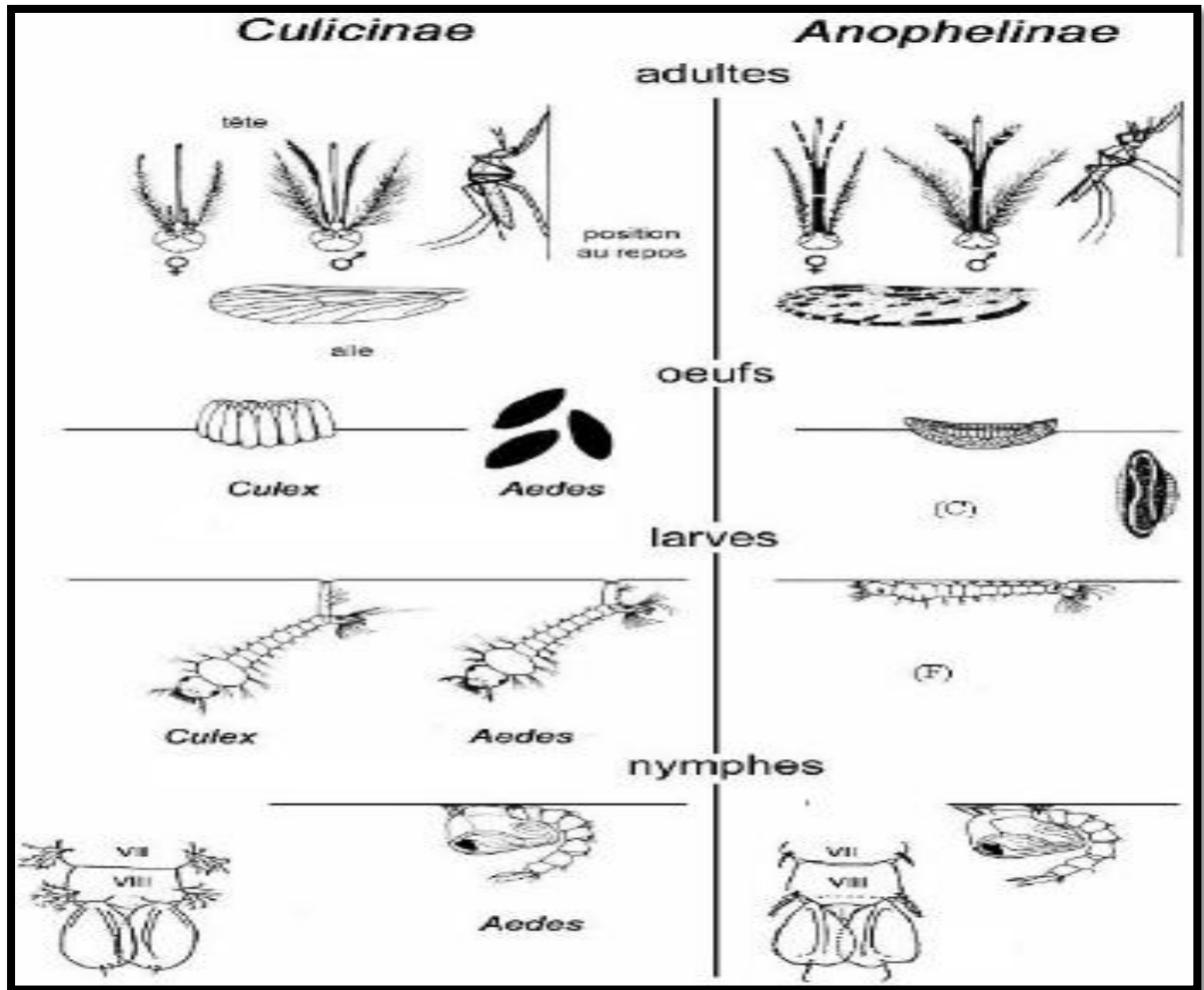
Grâce à ces données comparées concernant l'habitat, l'activité et le mode de piqûre des moustiques, il est possible de définir les mesures de protection contre leur piqûre les plus adaptées (Goislard, 2012).

#### 1.4. Morphologie

Morphologiquement les Culicidae sont caractérisés par des antennes longues et fines à multiples articles (6 à 40 articles), des ailes pourvues d'écailles, les femelles possèdent de longues pièces buccales en forme de trompe rigide vulnérantes de type piqueur-suceur (Alayat, 2012). Ils sont des insectes à métamorphose complète (Holométaboles) de sorte que les trois stades de développement (larve, nymphe et adulte) ont des morphologies différentes, adaptées à leurs modes de vie ; aquatique

pour les stades pré-imaginaux, et aérien pour le stade imaginal (Carnevale et Robert, 2009).

La morphologie externe de chaque stade, permet la différenciation entre la plus part des espèces et sa est important en systématique Culicidienne (Figure 04).



**Figure 04** : Les différences morphologiques entre les Culicinae et l'Anophelinae  
(Lane et Croskey, 1993)

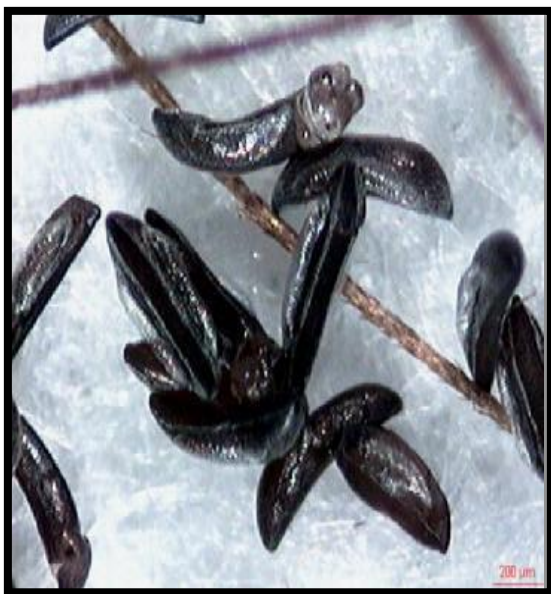
#### 1.4.1. Œuf

L'œuf comprend de l'intérieur vers l'extérieur ; l'embryon, la membrane vitelline pellucide, un endo-chorion épais et un exo-chorion plus ou moins pigmenté et ornementé, il est de 0.5 mm de taille (Hassaini, 1976 ; Rodhain et Perez, 1985).

Au moment de la ponte il est blanchâtre et prend rapidement, par oxydation de certains composants chimiques de la thèque ; une couleur marron ou noire (Seguy, 1951). La

couche externe de l'œuf porte des expansions latérales ou apicales caractéristiques des genres et espèces (Lounaci, 2003).

Les œufs d'*Anophèles* sont pondus isolément à la surface de l'eau. Leur forme est plus ou moins ovoïde et pourvue latéralement de flotteurs leur permettant de conserver une position horizontale (Figure 05 A). Les œufs d'*Aedes* sont allongés, rétrécis et montrent un réseau de fines dépressions. Ils flottent horizontalement à la surface de l'eau. Les œufs de *Culex* groupés en nacelle sont cylindro-coniques et se tiennent verticalement (Figure 05 B) (Dahl, 2000).



A

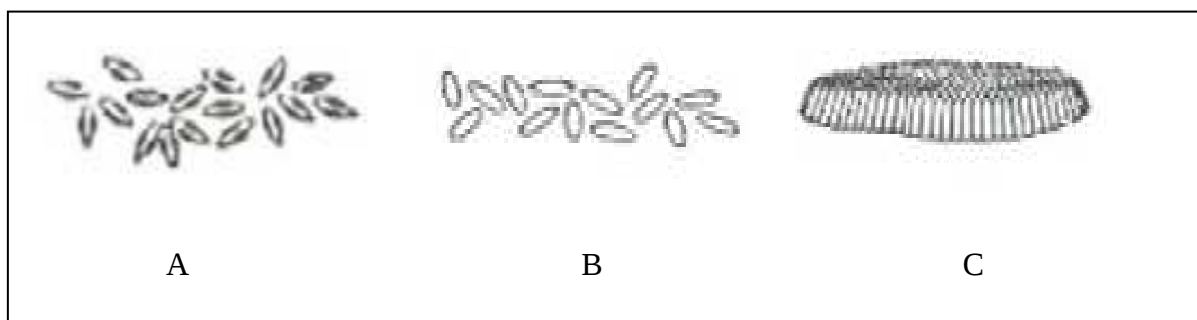
A- Forme typique des oeufs d'*Anopheles*  
(*Anopheles gambiae*)



B

B- Nacelle d'œufs de *Culex* (*Culex pipiens*)

**Figure 05 : Aspect général des œufs de Culicidae (Berchi, 2000)**



A

B

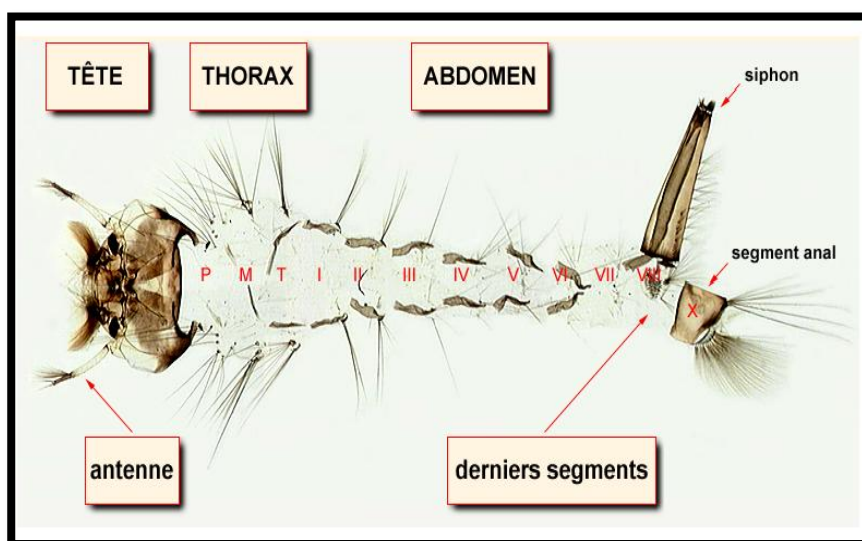
C

A : Les Œufs d'*Anophèles*, B : Les Œufs d'*Ades*, C : Les Œufs des *Culex*

**Figure 06 : La différence entre les Œufs des Anophélinés et Culicinés (Boubidi, 2008)**

### 1.4.2. La larve

Les larves de moustiques colonisent un grand nombre de plans d'eau, temporaires ou permanents, fortement ou faiblement pollués, comme on peut les rencontrer dans une eau claire. Elles peuvent vivre également dans les eaux stagnantes ou courantes et même, au niveau des petites accumulations (dans les seaux ; les pots de fleurs ; les boîtes de conserves ; les trous d'arbres ; les pneus...). Les mues larvaires des Culicidae sont au nombre de quatre, de morphologie comparable, hormis la taille (de 1 mm-1,5 cm). Les trois premiers stades présentent généralement des spécificités chétotaxiques variables, permettant l'identification des espèces. Les critères morphologiques utiles en systématique concernent le quatrième stade. Les larves de Culicidae se différencient des autres insectes aquatiques par l'absence de pattes, formant le sous Ordre des Nématocères. Ces larves sont clairement constituées de trois parties ; la tête pourvue d'une paire d'antennes, des pièces buccales du type broyeurs, un thorax plus large que la tête et l'abdomen (**Rioux, 1958**) (Figure 07).



**Figure 07 : Larve de *Culex pipiens* (Brunhes et al., 1999)**

#### 1.4.2.1. Tête

La tête de la larve des moustiques a fait l'objet de très nombreux travaux, parmi lesquelles, il faut noter surtout ceux de **Snodgrass, (1959)**; **Chardonneret, (1962)**; **Gregbine, (1966)**. Les pièces buccales comportent une paire de mandibules armées de dents sur leur bord distal qui forment avec le mentum, l'appareil masticateur, qui est flanqué d'une paire de brosses buccales entraînant les aliments vers cet appareil. D'autre part, on distingue deux taches oculaires latérales, ainsi qu'une paire d'antennes variables

dans leurs aspects suivant les groupes, mais portant toujours des soies caractéristiques des espèces (Sinerge, 1974).

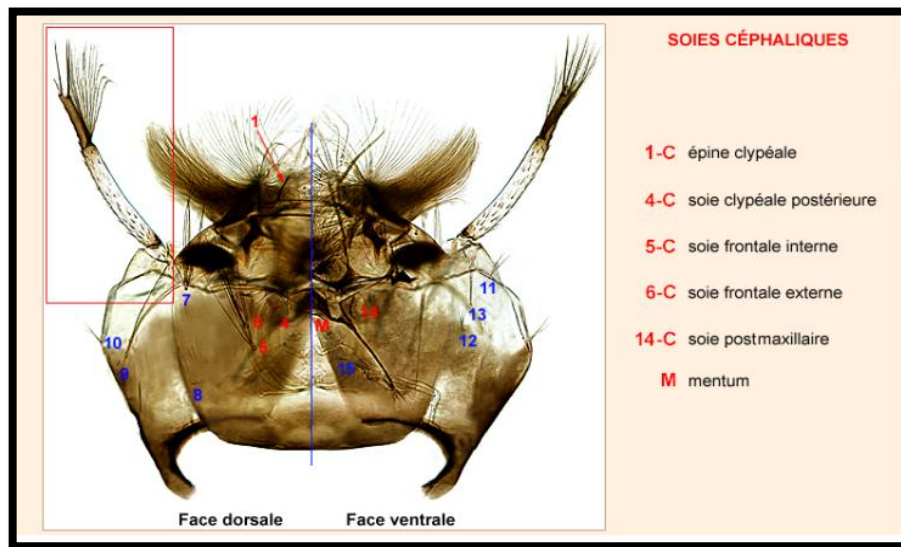


Figure08 : Tête de larve Culicidae (Brunhes et al., 1999)

#### 1.4.2.2. Thorax

Représenté par une masse indivise de forme légèrement globuleuse, large aplatie dorso-ventralement, sur laquelle s'insèrent des paires de soies longues ou courtes, plus au moins ramifiées, surtout utilisée pour la détermination systématique des larves d'anophèles. Le thorax est formé de trois segments soudés (Prothorax, mésothorax et métathorax), dont la distinction se fait à l'aide de la chétotaxie (Becker, 2001).

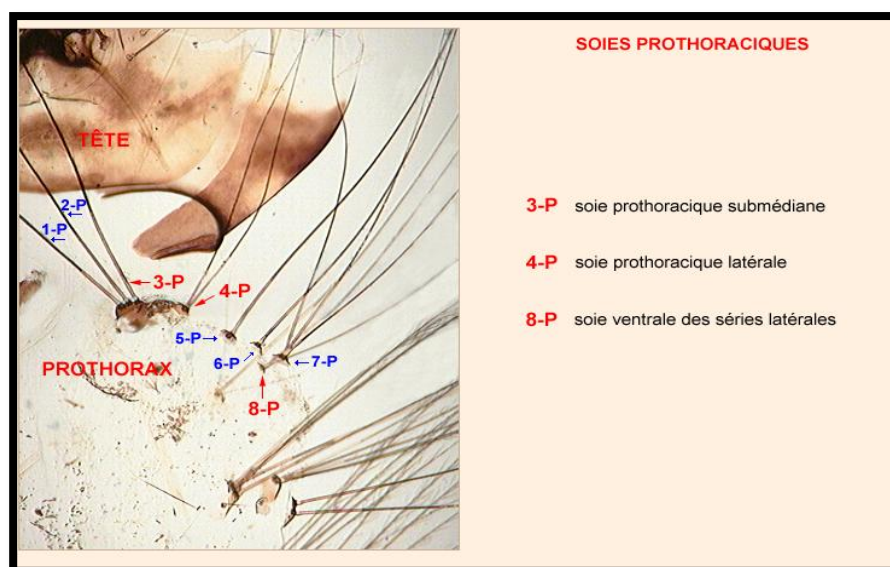
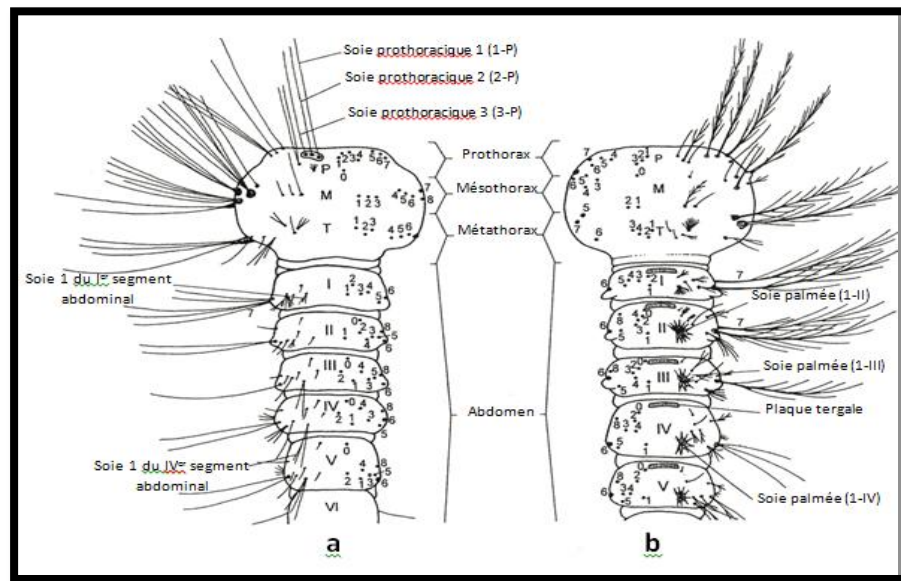


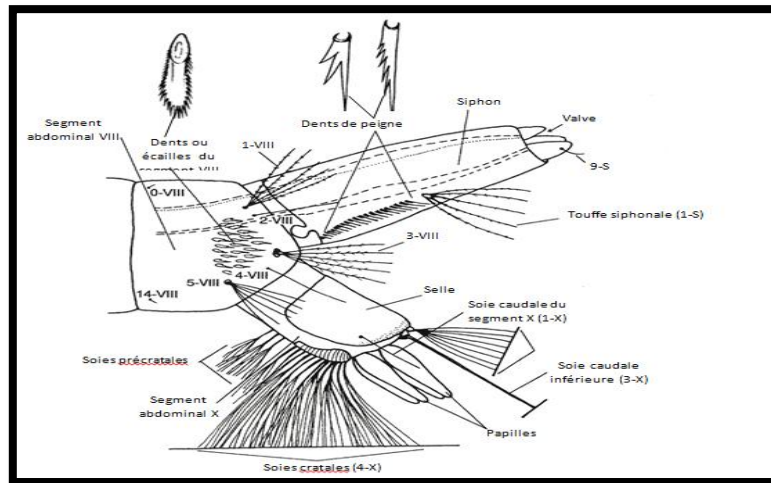
Figure 09 : Thorax de larve Culicidae (Brunhes et al., 1999)



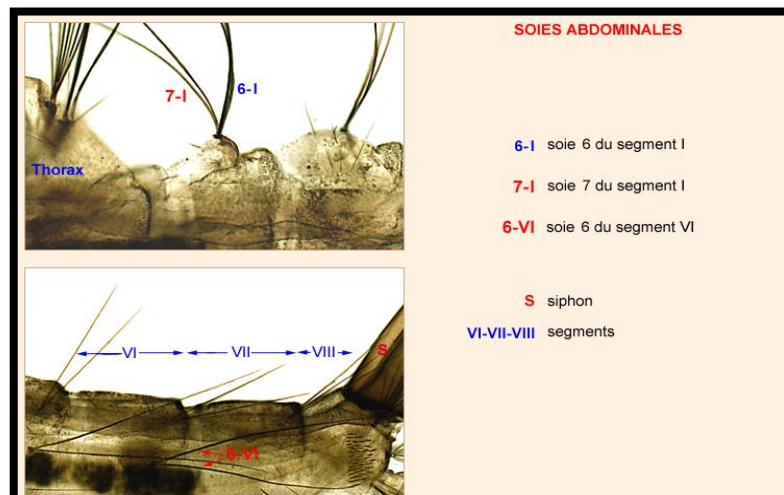
**Figure 10 :** Chetotaxie de la face dorsale du thorax et de l'abdomen des larves  
a : Culicinae ; b : Anophelinae (**Becker et al., 2003**)

#### 1.4.2.3. Abdomen

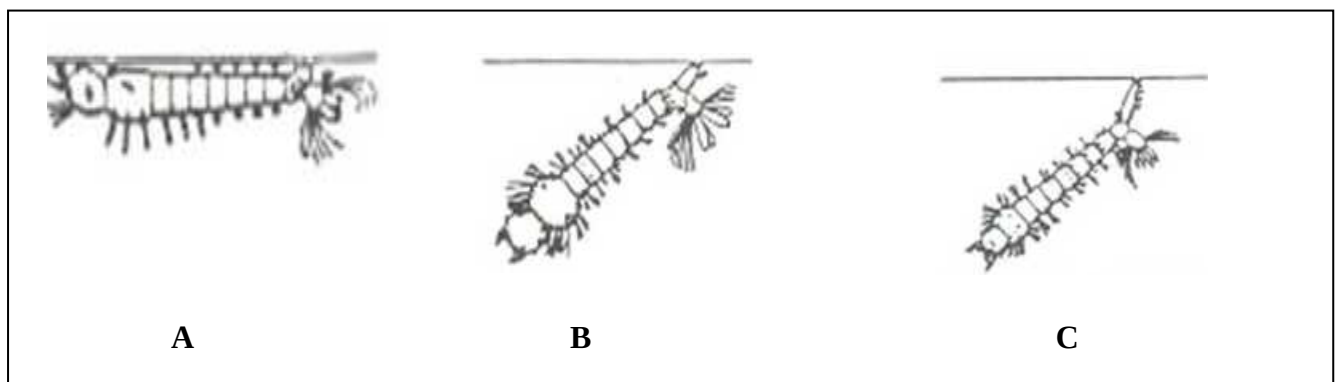
L'abdomen possède 10 segments : les huit segments sont bien apparents, le neuvième pas évident, soudé au huitième, et le dixième segment forme le segment anal. Chez les Anophelinae, les sept premiers segments sont identiques, le neuvième combiné au huitième forme un anneau complet, c'est lui qui porte la paire de stigmates superficiels dorsale, sur sa partie latérale. Chez les Culicinae et les toxorhynchitinea, l'extrémité apicale est munie d'un organe médian, chitinisé, de forme tronconique appelé siphon respiratoire. Le dixième segment est le segment anal, porte quatre longues papilles anales (lobes annaux), une brosse ventrale et des soies caudales internes et externes, sa partie tergale comporte un sclérite (**Snodgrasse, 1959**).



**Figure 11 : Soies du siphon et des segments VIII et X d'une larve de Culicinae (Becker et al., 2003)**



**Figure 12 : Abdomen de larve Culicidae (Brunhes et al., 1999)**



A : Les larves d'Anophèles, B : Les larves d'Aedes, C : Les larves des Culex

**Figure 13 : La différence entre les larves des Anophélinés et Culicinés (Cachereul, 1997)**

### 1.4.3. La nymphe

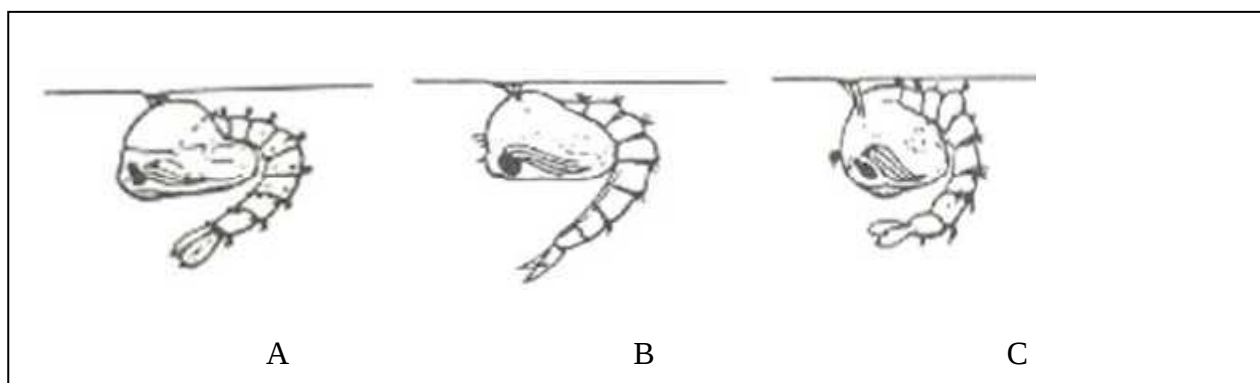
Son corps est formé d'un céphalothorax globuleux et d'un abdomen recourbé lui donnant la forme d'une virgule ou d'un point d'interrogation, est formée de huit segments dont le huitième est pourvue de deux palettes natatoires alors que le neuvième est atrophié (**Rodhain et Perez, 1985**). Au niveau du céphalothorax se situent les ébauches des yeux et des différents appendices (les antennes, la trompe, les pattes, les ailes), deux trompettes respiratoires prothoraciques, de forme très variable, équivalents physiologiques du siphon respiratoires de la larve (**Seguy, 1950**) (Figure 14). La nymphe ne se nourrit pas, mais durant ce stade le moustique subit de profondes transformations morphologiques et physiologiques, la préparant au stade adulte (**Serradj, 2010**) (Figure 15).



**Figure 14 :** Aspect général d'une Nymphe de Culicidae (**Becker et al., 2010**)



**Figure 15 :** Emergence des adultes (**Becker et al., 2010**)



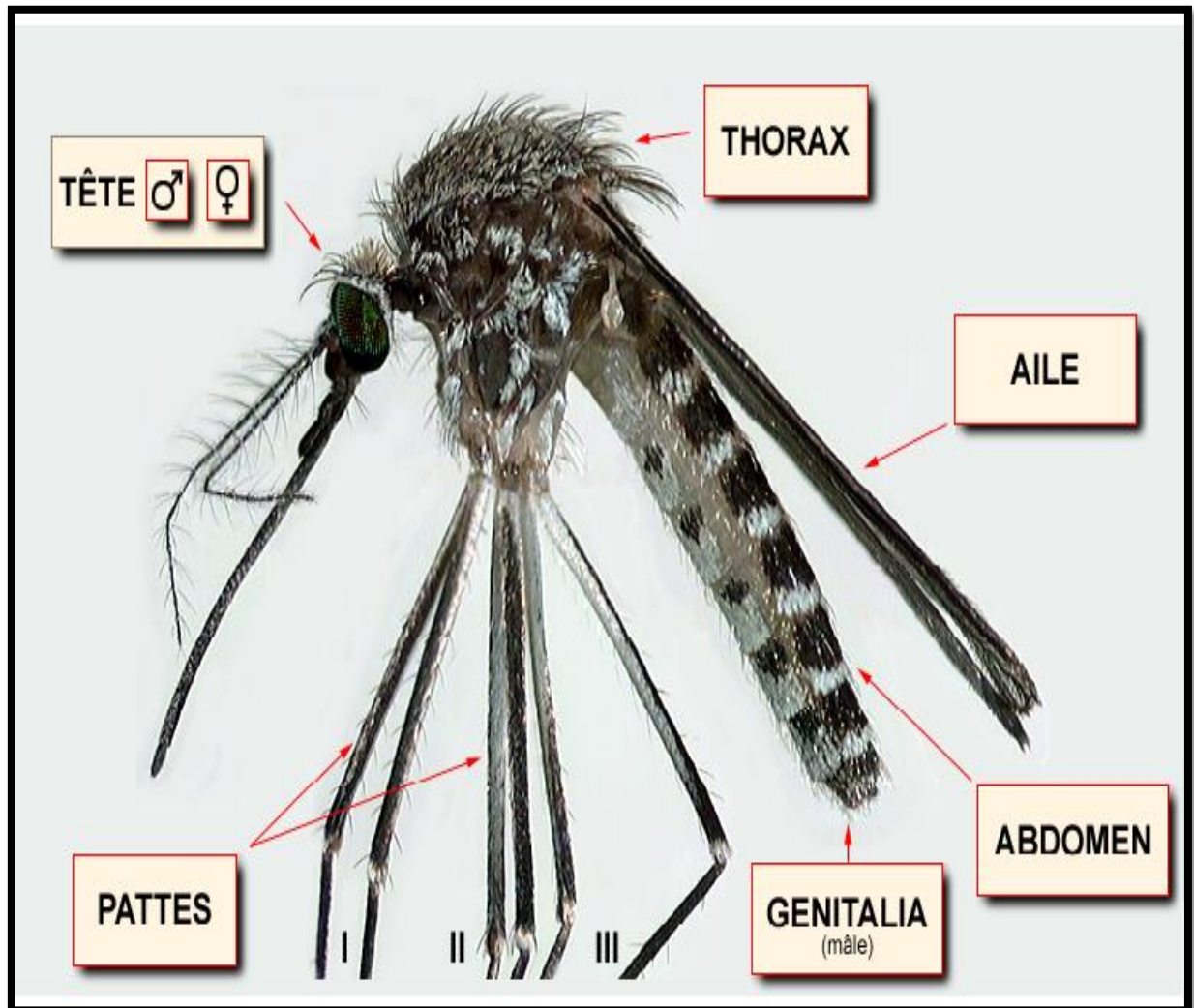
A : Les nymphes d'Anophèles, B : Les nymphes d'Ades, C : Les nymphes des Culex  
**Figure 16 :** La différence entre les nymphes des Anophélinés et Culicinés (**Boubidi, 2008**)

#### 1.4.4. Adulte ou imago

Le moustique adulte a un corps allongé, de 5 à 20 millimètres de long (**Basile et Mbouhom, 2006**) (Figure17). Globalement brun clair, avec des bandes antérieures claires sur les tergites abdominaux (**Balenghien, 2006**).

Le corps est composé de 3 parties: la tête, le thorax et l'abdomen. L'exosquelette est composé de plaques rigides (sclérites) reliées entre elles par des membranes chitineuses minces. Chaque segment du corps (métamère) est un anneau formé par : Le tergite sclérite (dorsal), le sternite (ventral) et les pleurites (latéraux).

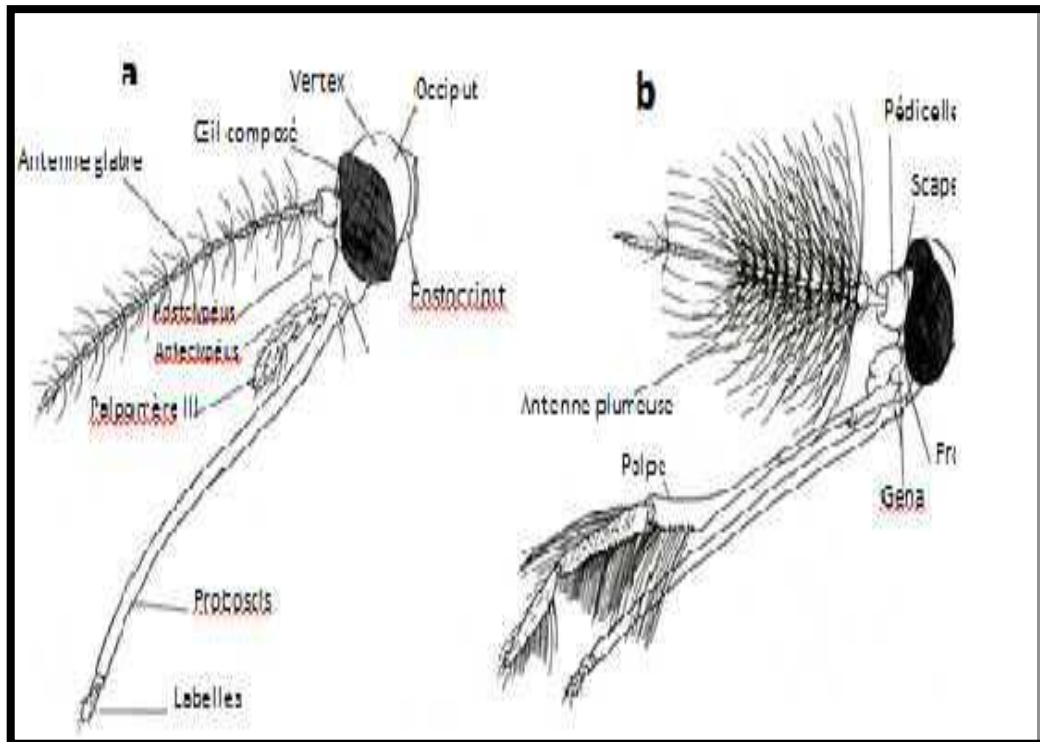
Les téguments portent des ornements (soies ou écailles) qui jouent un rôle protecteur en ralentissant l'évaporation cutanée (Figure 18). La disposition, la couleur des écailles servent en taxonomie (**Rioux, 1958**).



**Figure 17 : Aspect général d'un Culicinae adulte (Brunhes et al., 1999)**

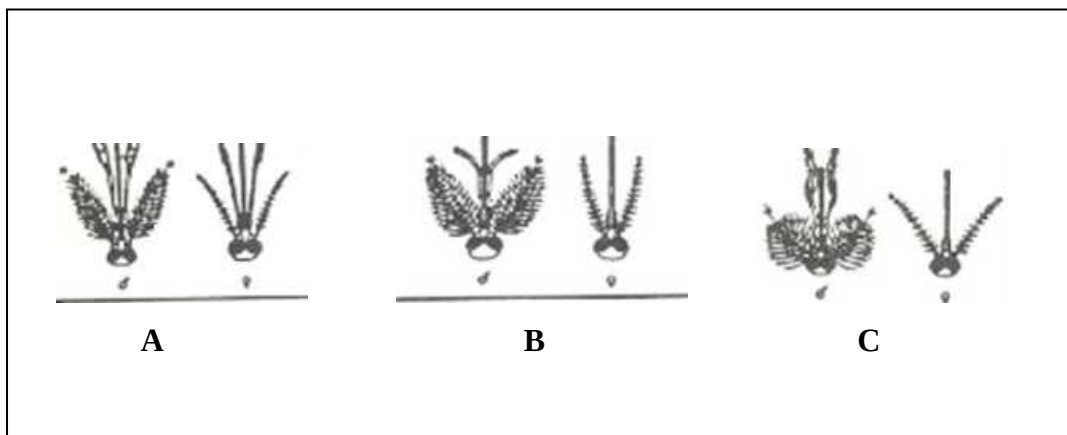
#### 1.4.4.1. La tête

Généralement de forme globuleuse, porte de yeux composés de nombreuses ommatidies, s'étendant sur les faces latérales, mais aussi sur une grande partie de la face dorsale et une petite partie, sur la face ventrale, ils sont presque jointifs, séparés par une bande frontale étroite. Ocelles absents, le clypéus région où s'insère la trompe. Le front porte les antennes, la région, juxta oculaire appelée le vertex et l'occiput. Dans les échancrures du champ oculaire s'insèrent les antennes formées de 16 articles chez la femelle et 15 articles chez le mâle. Les deux premiers articles appelés respectivement scape et torus (chez *Anopheles* le scape est très réduit et le torus ou pédicelle est globuleux beaucoup plus gros chez le mâle). Les articles suivants forment le flagellum, portant à leur axe des verticilles de soies déterminant le sexe. Elles sont longues et nombreuses chez le mâle (antennes plumeuses), courtes et rares chez la femelle (antennes glabres). Les appendices buccaux de type piqueur suceur formant la trompe ou proboscis. Chez la femelle, ils comprennent des organes vulnérants, les stylets deux mandibules, deux maxilles. L'hypopharynx contenant un canal de petit diamètre (canal salivaire) et le labre en forme de gouttière, constitue, une fois fermée un canal de grand diamètre (canal alimentaire). Ces pièces buccales au repos sont protégées par une enveloppe souple, en forme de gouttière, le labium. Une paire de palpes maxillaires, formée de plusieurs articles et de longueur variable avec l'espèce et le sexe. Chez le mâle, certaines, de ces pièces buccales peuvent s'atrophier. Lors de la piqure, le labium ne pénètre pas les téguments, mais se replie à leur surface (**Rhodain et Perez, 1985**). D'autre de la trompe, sont insérés les palpes maxillaires, qui se composent de 5 articles chez tous les mâles ainsi que les femelles des *Anophielinae* et de 3 articles chez les femelles des *Culicinae*. Chez les mâles, les deux paires de stylets mandibulaires et maxillaires sont réduits ou manquants, ce qui les rend incapables de piquer (**Ramos et Brunhes, 2004**).



**Figure 19 :** Morphologie schématique de la tête de Culicinae (vue de profil)

a) Femelle, b) Mâle (**Wood et al., 1979**)



A : Les têtes des adultes d'Anophèles

B : Les têtes des adultes d'Ades

C : Les têtes des adultes des Culex

**Figure 20 :** Les différences entre les têtes des adultes des Anophélinés et Culicinés

(**Boubidi, 2008**)

#### 1.4.4.2. Le thorax

Le thorax, sombre à noir, est formé de trois métamères fusionnés, de développement très inégal. Les métamères sont composés de plaques sclérifiées. Les plaques ventrales sont les sternites, les plaques latérales sont les pleurites et les plaques dorsales sont appelées tergites. Ces plaques sont reliées entre elles par des membranes souples. Trois paires de pattes, une paire d'ailes et une paire d'haltères ou balanciers remplaçant la deuxième paire d'ailes, sont portées par le thorax.

Le thorax se termine par le scutellum. Les faces latérales du thorax sont occupées par des écailles et soies qui jouent un rôle important dans la diagnose des espèces culicidiennes (Brunhes, 1970).

Il se compose de plusieurs parties notamment :

##### 1.4.4.2.1. Le prothorax

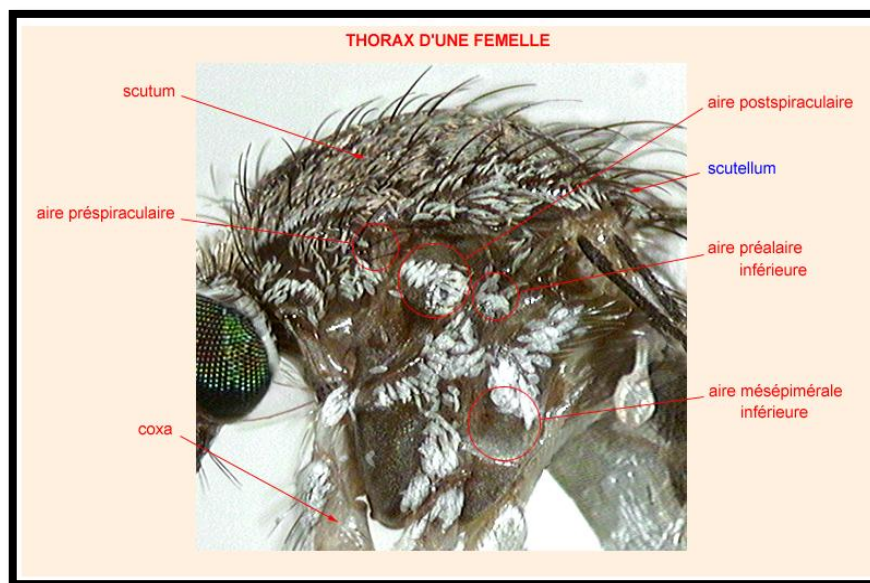
Est très réduit, et ne porte qu'une paire de pattes.

##### 1.4.4.2.2. Le mésothorax

C'est le métamère le plus développé des trois. Il porte une paire d'ailes, une paire de pattes, et une paire de stigmates. La quasi-totalité de la face dorsale est constituée par le scutum, qui chez beaucoup d'espèces présente des dessins particuliers pouvant servir lors de la diagnose des espèces de culicidae (Guèye Fall, 2013).

##### 1.4.4.2.3. Le métathorax

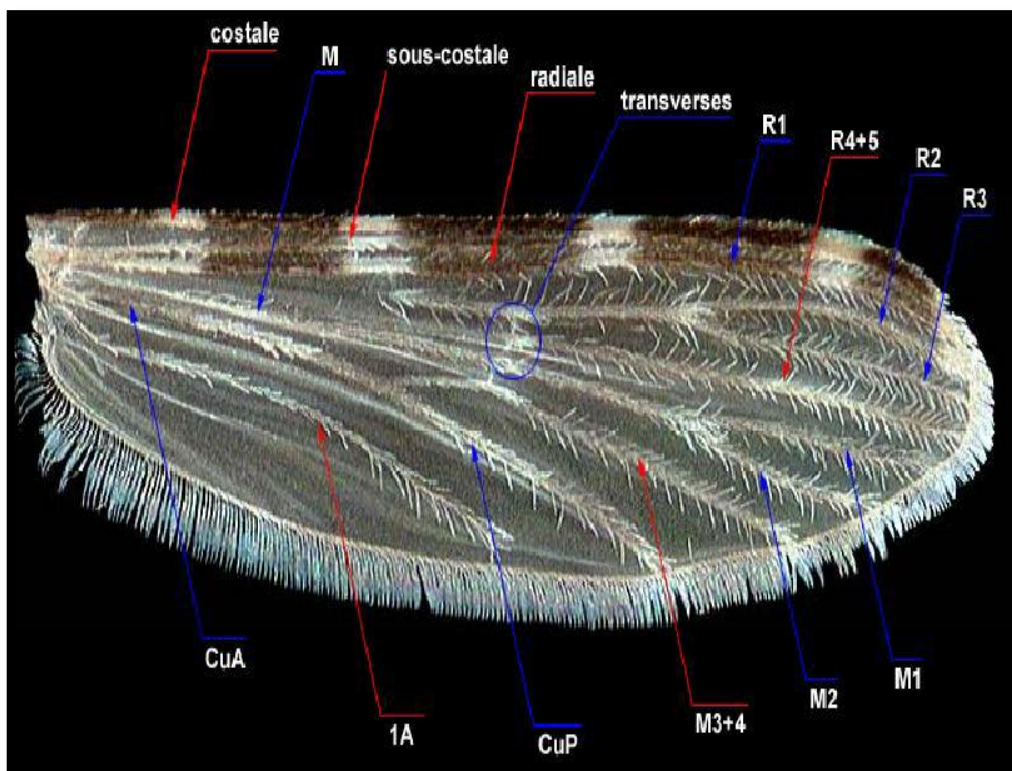
Il est également très réduit, et porte une paire de pattes, une paire d'haltères (homologues d'une paire d'ailes vestigiales) et une paire de stigmates (Guèye Fall, 2013).



**Figure 21 :** Vue latérale du thorax de moustique (Brunhes et al, 1999)

#### 1.4.4.3. Aile

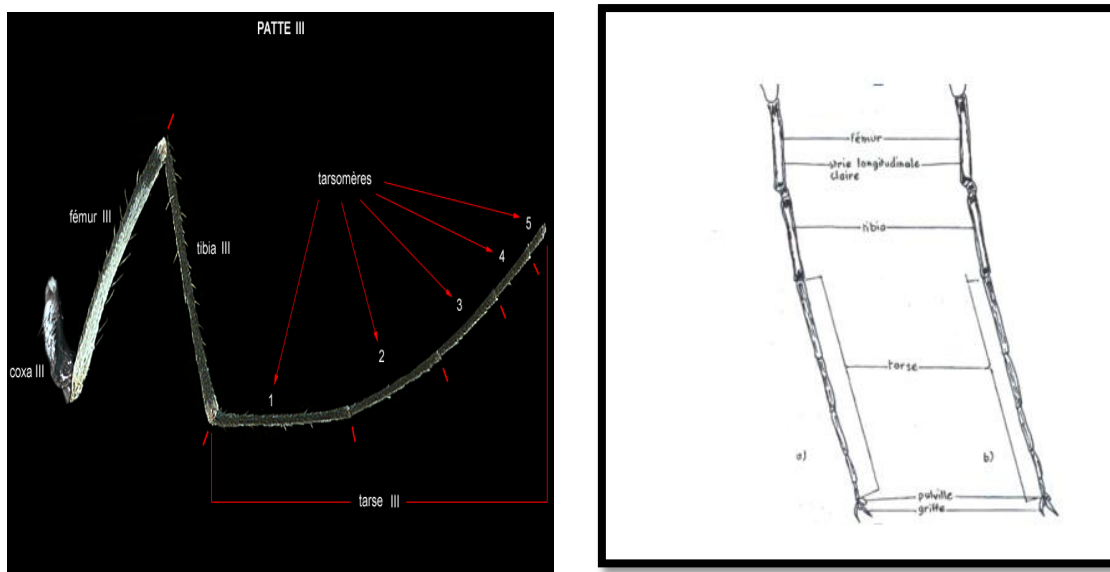
La nervation est simple, elle comprend deux bords, l'antérieur ou costal, le postérieur ou anal; une base thoracique et un apex. Les nervures sont très employées en systématique : les longitudinales, parfois bifurquées, relient la base à l'apex; les transversales unissent les longitudinales entre elles; celles-ci sont numérotées de 1 à 6 d'avant en arrière. Les nervures divisent l'aile en cellules. La frange alaire comporte des écailles courtes (écailles de la bordure); des écailles lancéolées plus longues (écailles plumeuses); les écailles de la frange sont claires ou sombres elles peuvent être claviformes (squaine scales) ou fusiformes (plume scales). Les premières leur position est médiane et latérale, ont la tige inclinée, mais tout le reste de leur lamelle est parallèle à la surface, leur partie apicale est large, presque horizontale légèrement échancrée, tandis que les secondes sont étroites, lancéolées, à parti apicale effilée avec peu de nervures, et leur position est oblique par rapport à la surface alaire (Figure 22) (Mondet, 1993).



**Figure 22 :** Morphologie de l'aile chez les moustiques : (A: nervation; C: la costale; Sc: la sous-costale; R: la radiale; M: médiane; Cu: cubitale; A: anale; B: nervation, écailles en place (Brunhes et al., 1999)

#### 1.4.4.4. Pattes

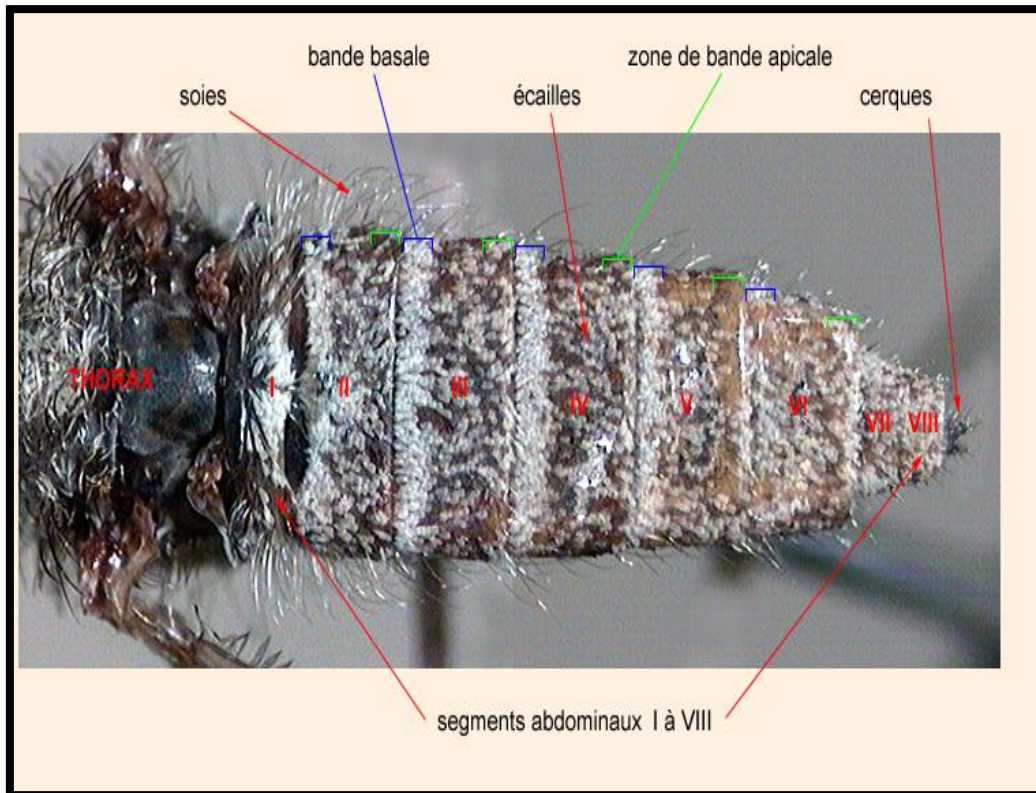
Chaque patte comprend une hanche ou coxa, un trochanter; un fémur, un tibia et les tarses comprenant cinq articles, dont le premier est aussi long que les quatre autres réunis, le cinquième porte parfois un empodium et deux pulvilles ainsi qu'une paire d'angles égaux, simples chez la femelle et inégaux à la première paire de pattes du mâle. Les écailles des pattes dessinent des mouchetures, tâches, anneaux basaux, apicaux ou occupant toute la longueur de l'article, très utilisés dans la systématique. Le dernier article porte deux griffes et parfois un empodium et deux pulvilles (**Faran et Linthicum, 1981**) (Figure 23).



**Figure 23 : Morphologie des pattes (a: antérieures; b: postérieures) (Ben malek, 2010)**

#### 1.4.4.5. Abdomen

Dans les deux sexes, l'abdomen comporte dix (10) segments, dont huit visibles extérieurement. Chacun d'eux présente une partie dorsale (tergite) et une partie ventrale (sternite), reliées par une membrane souple latérale; segment ornés de soies et d'écailles de couleur et de disposition variées (écailles absentes chez les Anophelinaes). Dernier segment abdominal constituant les appendices génitaux (génitalia), dont la morphologie très complexe, surtout chez les mâles, est très utilisé en systématique. L'appareil génital mâle (ou hypopygium), qui comprend les IXe et Xe segments, subit, comme c'est la règle chez beaucoup de Nématocères, un phénomène d'hémi rotation de 180°, amenant la face ventrale en position dorsale. Cette circumversion se produit 12 à 24 heures après l'émergence (**Seguy, 1950 et Limoges, 2002**) (Figure 24).



**Figure 24 : Abdomen de adulte Culicidae (Brunhes et al., 1999)**

## 1.5. Ethologie des Culicidées

### 1.5.1. Imago

Les moustiques adultes peuvent avoir des rapports étroits avec l'homme et son habitation qui leur fournit un refuge. Leurs heures d'activité sont variables suivant les genres et espèces. Leur fréquence saisonnière subit des fluctuations en relation avec l'évolution du milieu et du climat.

La longévité des femelles est plus grande que celle des mâles. Dans les régions tempérées, leur vie peut durer de 6 à 7 mois en moyenne.

Les femelles sont hématophages, tandis que les mâles se nourrissent de suc des végétaux. Les femelles ont une capacité de vol leur permettant de s'éloigner de leur lieu d'émergence pour chercher leur repas sanguin. Le choix de l'hôte dépend des espèces et de leur disponibilité.

Les espèces qui piquent l'Homme sont dites anthropophiles, mais elles peuvent devenir zoophiles : C'est-à-dire piquant les animaux. Les Culicidées sont des insectes nocturnes, généralement crépusculaires, fortement attirés par la lumière artificielle.

Durant la journée, ils sont au repos, soit sur la végétation qui entoure le milieu aquatique d'où ils sont issus ou dans les bâtiments (Himmi, 2007).

### 1.5.2. Nymphe

Comme les larves, les nymphes sont aquatiques mais respirent l'air atmosphérique à l'aide de leurs trompettes respiratoires qu'elles appliquent à la surface de l'eau.

A la fin de cette période, la nymphe s'immobilise à la surface de l'eau, il se forme alors une fente d'où sort l'insecte parfait (**Brunhes et al., 2000**).

### 1.5.3. Larve

Les larves de Culicidées sont strictement aquatiques : elles sont inféodées à tous les types d'écosystèmes stagnants, naturels ou artificiels. Elles ont la capacité de s'adapter à différents types de milieux qui peuvent constituer des gîtes de prédilection pour une pullulation de différentes espèces de moustiques (**Himmi, 2007**).

Les larves sont de type nageur car elles se déplacent dans l'eau par des mouvements sinusoïdaux leur permettant tantôt de fuir au fond du gîte, tantôt de se mettre à la surface pour puiser l'oxygène atmosphérique par le biais du siphon respiratoire. Elles se nourrissent en permanence : ceci est facile à observer aux mouvements continuels du complexe buccal ; elles recherchent leur nourriture surtout au fond de l'eau. Celle-ci se compose généralement de débris végétaux et animaux pour les Culicinae et d'algues microscopiques se trouvant à la surface de l'eau pour les Anophelinae (**Henneguy, 1904**).

Les larves de Culicidées vivent généralement par petits groupes (essaims) près de la surface des eaux stagnantes. Elles peuvent se rencontrer dans tous les milieux susceptibles de recevoir la ponte de la femelle, même dans des eaux fortement souillées (**Brumpt, 1936 ; Seguy, 1951**) qui peuvent constituer une préférence pour certaines espèces de Culicinae tel que *Culex*.

Les larves de Culicidées sont très vives et très mobiles : elles se déplacent rapidement en serpentant à la surface de l'eau. Leur respiration est aussi utile à connaître : en les examinant vivantes dans l'eau, on peut aisément distinguer par leur attitude. Les larves de Culicinae pourvues d'un siphon qui se tiennent obliquement dans l'eau, la tête en bas, de celles des Anophelinae dépourvues de siphon et qui se tiennent horizontalement, parallèlement à la surface de l'eau. Les larves du genre *Coquillettidia*, en revanche, enfoncent leur siphon dans les plantes aquatiques pour puiser leur oxygène (**Himmi, 2007**).

## 1.6. Bio-écologie des Culicidées

### 1.6.1. Cycle de vie

Le cycle de développement des moustiques dure environ 12 à 20 jours) (**Malardé, 2012**) et comprend quatre stades: l'œuf, la larve, la nymphe (pupe) et l'adulte (**Tahraoui, 2012**). On dit donc des moustiques qu'ils sont des insectes à métamorphose complète (holométaboles) car le passage de l'état larvaire à l'état adulte se fait par un état intermédiaire nymphal (**Adisso et Alia, 2005**). Le cycle biologique du moustique se décompose en deux phases :

- Une phase aquatique pré-imaginale 4 (« avant les adultes » : œuf, larve et nymphe).
- Une phase aérienne (stade adulte) (**Paris, 2010**).

#### 1.6.1.1. Phase aérienne

L'accouplement des moustiques a lieu en vol ou dans la végétation et ont une distance de vol de un (1) à deux (2) km. Grâce aux longs poils dressés sur leurs antennes, les mâles peuvent percevoir le bourdonnement produit par le battement rapide des ailes des femelles, qui s'approchent des essaims lors du vol nuptial (**Darriet, 1998**). A ce moment, le mâle féconde la femelle qui garde la semence du mâle dans leur spermathèque, une petite poche située dans l'abdomen (**Guillaumot, 2006**).

Après la fécondation, les femelles partent en quête d'un repas sanguin duquel, elles retirent les protéines et leurs acides aminés, nécessaires pour la maturation des œufs. Ce repas sanguin prélevé sur un vertébré (mammifère, amphibien, oiseau), est ensuite digéré dans un endroit abrité (**Maurille, 2005**).

Les mâles ne vivent généralement que quelques jours, puisant dans le nectar des fleurs, les sucres qui leur fournissent de l'énergie (**Ayitchedji, 1990**).

Dès que la femelle est gravide, elle se met en quête d'un gîte de ponte adéquat pour le développement de ses larves. La ponte a lieu généralement au crépuscule. Le gîte larvaire est une eau stagnante ou à faible courant, douce ou salée (**Ayitchedji, 1990**). Selon **Iroko (1994)**, le sang, l'eau et une température d'au moins 18 °C sont les trois conditions nécessaires, pour la reproduction et le développement de certains moustiques d'Afrique du sud (**Maryse, 2008**).

### 1.6.1.2. Phase aquatique

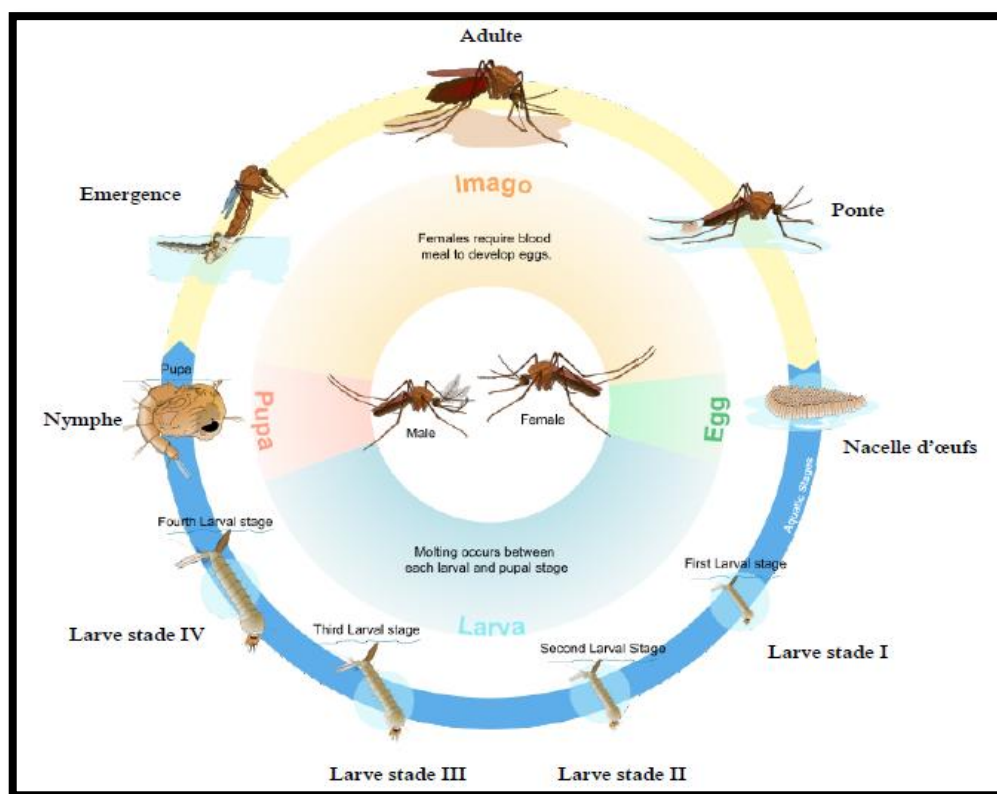
Quelques jours après la fécondation, suivant les espèces, les œufs de diverses formes (fusiformes, allongés, renflés dans leur milieu et parfois munis de minuscules flotteurs latéraux) sont pondus par la femelle dans différents milieux. La ponte est souvent de l'ordre de 100 à 400 œufs et le stade ovulaire dure deux à trois jours dans les conditions de: température du milieu, pH de l'eau, nature et abondance de la végétation aquatique de même que la faune associée. La taille d'un œuf est d'environ 0,5 mm.

A maturité, les œufs s'éclosent et donnent des larves de stade 1 (1 à 2 mm) qui, jusqu'au stade 4 (1,5 cm) se nourrissent de matières organiques, de microorganismes et même des proies vivantes (pour les espèces carnassières). Malgré leur évolution aquatique, les larves de moustiques ont une respiration aérienne qui se fait à l'aide de stigmates respiratoires ou d'un siphon. La larve stade 4 est bien visible à l'œil nu par sa taille. Elle a une tête, qui porte latéralement les taches oculaires et les deux antennes. Viennent ensuite le thorax et l'abdomen (**Alaoui Boukhris, 2009**).

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

A la fin de ce stade, la nymphe s'étire, son tégument se fend dorsalement et, très lentement, le moustique adulte (imago) s'extirpe de l'exuvie : c'est l'émergence, qui dure environ quinze minutes au cours desquelles l'insecte se trouve exposé sans défense face à de nombreux prédateurs de surface (**Rodhain et Perez, 1985**).

Le cycle de développement du moustique est schématiquement représenté par la (Figure 25).



**Figure 25 : Cycle de développement de *Culex pipiens* (Brunches et al., 2000)**

### 1.7. Intérêt dans l'écosystème

Le moustique représente un maillon essentiel dans le fonctionnement d'un écosystème aquatique. En effet, par sa présence en grand nombre, il représente une biomasse importante dont se nourrissent de nombreux organismes (batraciens, poissons...). Ils sont ainsi un maillon important de la chaîne trophique des zones humides, de plus, de part leur régime alimentaire (Boyer, 2006).

Au stade larvaire, les moustiques sont des proies de choix pour les poissons, les larves d'Odonates, et les autres prédateurs aquatiques. Au stade adulte, ce sont les oiseaux, les chauves-souris, et d'autres arthropodes tels que les araignées qui profitent notamment des essaims de mâles pour s'en nourrir. Les larves de moustiques, en tant qu'insecte filtreur, jouent aussi un rôle important dans le recyclage des débris végétaux en décomposition et l'épuration des eaux, à l'instar des daphnies. De plus, comme les adultes représentent une biomasse importante et qu'ils se nourrissent de nectar de fleurs, ils participent à la pollinisation de certaines plantes, notamment de certaines orchidées les larves participent au processus de destruction de la matière organique. Leur régime omnivore, avec l'ingestion de feuilles en décomposition par exemple, accélère la décomposition des matières organiques dans les écosystèmes aquatiques (Tetreau, 2012).

Enfin, au stade adulte, il est indéniable que le rôle de vecteur du moustique est prépondérant dans notre environnement. En effet, il est à lui seul responsable de la transmission de plus de 100 types de microorganismes. Aujourd'hui, nous ne connaissons pas d'effets a priori positifs dans la transmission de ces microorganismes. Par contre, nous percevons plus facilement son rôle néfaste dans la transmission de maladies (**Boyer, 2006**).

### 1.8. Nuisance et intérêt médical

L'humanité subit des nuisances importantes et des maladies aux conséquences humaines et économiques désastreuses du fait des moustiques, D'une part, leurs piqûres peuvent causer de sévères irritations pour l'homme ou les animaux.

D'autre part la piqûre de l'homme par les adultes femelles de nombreux culicidés anthropophiles, nécessaire à la maturation des pontes, ne se résume pas seulement au désagrément passager lié à la prise de sang.

Cette prise directe du fluide dans les capillaires sanguins va permettre à différentes formes de vies (virus, protozoaires, vers nématodes) d'exploiter les moustiques comme voie de transferts vers les hôtes vertébrés (**Cailly, 20011**).

Beaucoup d'agents pathogènes tels que des virus (ex. L'*amaril* responsable de la fièvre jaune) ou des protozoaires (ex : *Plasmodium falciparum* responsable du paludisme) utilisent le moustique comme vecteur puis l'homme comme hôte pour la réalisation de leur cycle biologique infectant ainsi à l'homme de nombreuses maladies, dans la sous famille des Culicinae les genres vecteurs des agents pathogènes sont: Culex, Aedes et Anopheles.

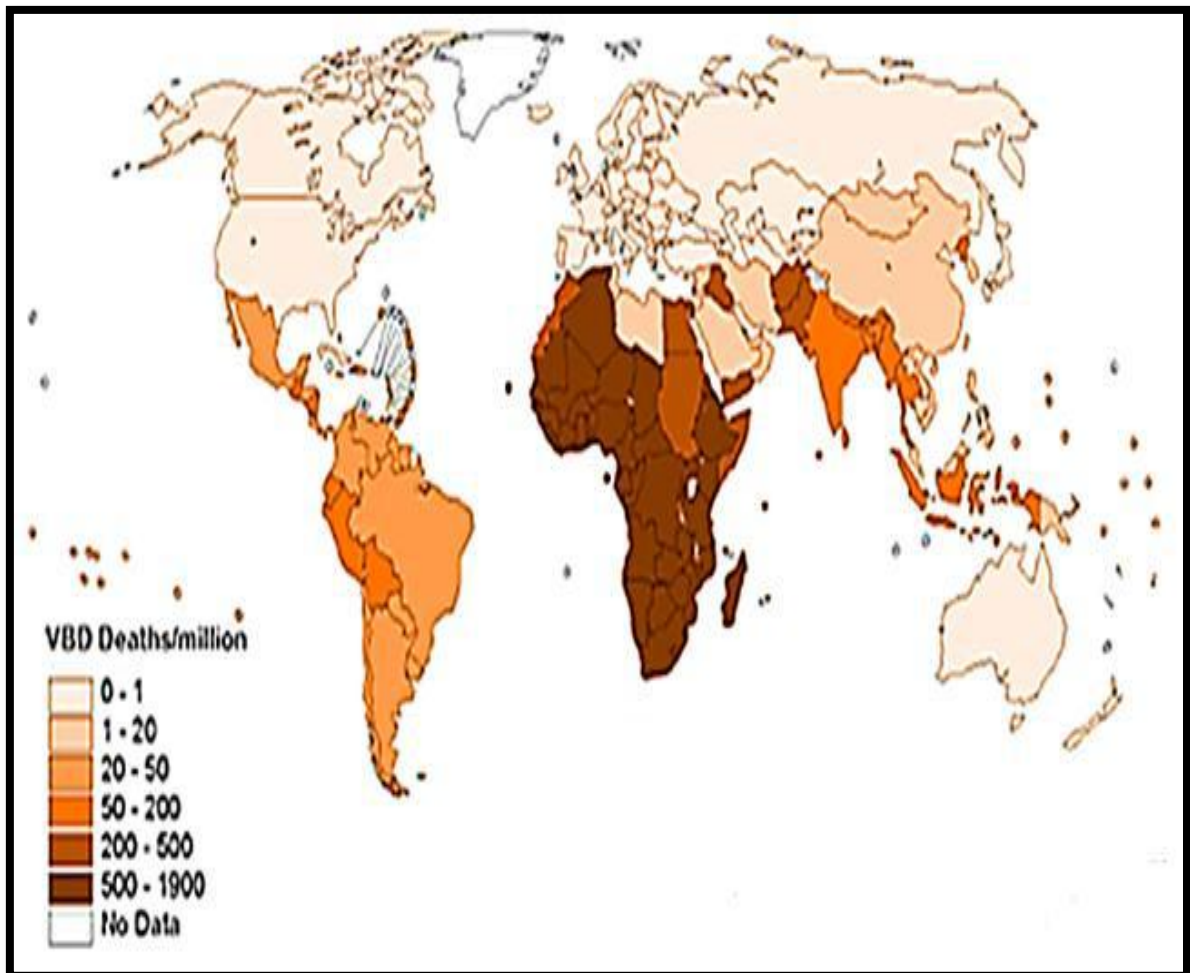
Le moustique est responsable de 2 à 2,5 millions de décès humains par an , Parmi les maladies les plus tristement célèbres, le paludisme (250 millions de personnes infectées par an) dont la majorité est des enfants, La dengue (plus de 30 000 décès/an) et la fièvre jaune (plus de 30 000 décès/an dont 95 % en Afrique) sont les autres maladies frappant un grand nombre de personnes (**Boyer,2006**).

### 1.9. Les maladies à transmission vectorielle

Les maladies à transmission vectorielle sont responsables de près de 20 % de la charge mondiale que l'on estime due aux maladies infectieuses. Ce sont des maladies qui sont transmises principalement par des espèces d'arthropodes qui jouent un rôle essentiel dans le maintien d'une partie du cycle de vie d'un agent pathogène (**Sayah, 2011**).

Ces vecteurs sont des arthropodes hématophages (se nourrissant de sang) qui assure la transmission biologique active d'un agent pathogène d'un vertébré à un autre vertébré (homme ou animal). Cette transmission peut être biologique, si l'agent pathogène passe par une étape de modification et/ou de multiplication dans l'organisme du vecteur, ou mécanique, dans le cas contraire (Sayah, 2012).

Les virus qui sont transmis par des moustiques ou d'autres arthropodes sont appelés arbovirus (d'après l'anglais arthropod-borne viruses). On connaît environ 400 arbovirus différents; ils sont en général hébergés par des animaux et occasionnellement transmis à l'Homme par des moustiques. Les arboviroses les plus importantes transmises par des moustiques sont la fièvre jaune, la dengue et plusieurs formes d'encéphalite. Les vecteurs en sont Aedes, Culex ou quelquefois, des Anophèles (O.M.S., 1999).



**Figure 26 : Mortalité humaine due aux maladies vectorielles (Amraoui, 2012)**

**Tableau 04 :** Principales affections vectoriels transmises à l'homme par les Culicidae (SMV et SFP, 2010)

| Moustiques vecteurs                  | Agents pathogènes                                      | Maladies                                             |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| <b>Anopheles</b>                     | <i>Plasmodium sp.</i>                                  | Paludisme                                            |
| <b>Aedes</b>                         | <i>Flavivirus</i>                                      | Fièvre jaune<br>Dengue                               |
|                                      | <i>Alphavirus</i>                                      | Chikungunya                                          |
| <b>Culex</b>                         | <i>Flavivirus</i>                                      | Infection à West Nile virus<br>Encéphalite japonaise |
| <b>Tous les genres de moustiques</b> | <i>Wuchereria bancrofti</i><br><i>et Brugia malayi</i> | Filariose lymphatique                                |

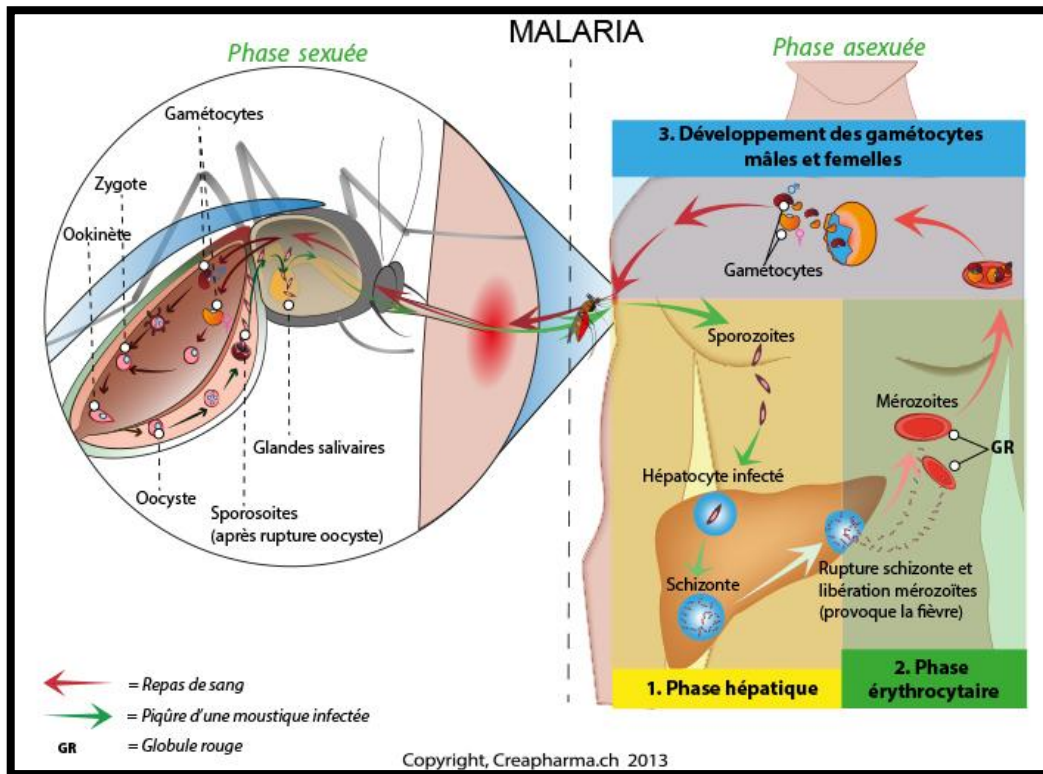
### 1.9.1. Le paludisme

Le paludisme est causé par le parasite *Plasmodium* qui parcourt son cycle biologique chez l'homme et chez certaines espèces de moustiques. Les quatre espèces de *Plasmodium* qui causent le paludisme chez l'homme sont : *P. falciparum*, *P. vivax*, *P. malariae* et *P. ovale*. Parmi celles-ci, *Plasmodium falciparum* est la plus importante dans la plupart des régions tropicales. Ce parasite a été retrouvé pour la première fois dans le sang humain en 1880 par le français Alphonse Laveran en Algérie (O.M.S., 2003). C'est la première fois qu'un protozoaire fut identifié comme étant la cause d'une maladie (Ben miloud, 2016).

Le cycle biologique du parasite du paludisme est assez complexe et nécessite deux hôtes, l'homme comme hôte définitif et l'Anophèle comme hôte intermédiaire et vecteur. Il se divise en trois phases. Une se déroule chez le moustique (cycle sporogonique) et deux chez l'hôte humain : cycle érythrocytaire (dans les cellules sanguines) et cycle exo-érythrocytaire (hors des cellules sanguines) (O.M.S., 2003).

Le parasite, une fois injecté dans le sang de l'hôte humain par pique, va pénétrer dans le foie pour se répliquer et changer de morphologie. Ensuite, il retourne dans le sang où il va infecter les globules rouges, se nourrir de l'hémoglobine et faire éclater sa cellule

hôte. Ce sont ces éclatements brutaux qui sont à l'origine des accès de fièvre bien connus chez les malades (**Florian, 2007**).



**Figure 27 : Cycle de transmission du paludisme (Florian, 2007)**

Les principaux symptômes qui découlent de cette maladie sont donc de la fièvre, mais aussi une grande fatigue, des maux de tête, des courbatures, des troubles digestifs dont des vomissements (**Florian, 2007**).



**Photo 01** : Quelques symptômes du paludisme (web 09)

### 1.9.2. Filariose

La filariose lymphatique, ou éléphantiasis, menace plus d'un milliard de personnes dans à peu près 80 pays. Sur les quelque 120 millions de personnes déjà affectées, plus de 40 millions sont gravement handicapées ou défigurées par la maladie (déformation sévères des membres et des organes génitaux). Ces aspects de la maladie ont de graves incidences psychologiques et sociales (**Ben miloud, 2016**).

Le parasite est transmis d'un sujet infecté à un autre sujet par les moustiques vecteurs qui jouent le rôle d'hôtes intermédiaires. Les vecteurs sont des *Culex* (en particulier *Culex quinque fasciatus*), des Anophèles, des *Aedes*, des *Mansonia*. Les réservoirs de parasites sont pour *W. bancrofti* l'homme, pour *B. malayi* et *B. timori* les hommes et les animaux.

A l'occasion d'un repas sanguin, les microfilaires sont ingurgitées par les moustiques. Elles subissent deux mues et deviennent infestantes (L3).

Lorsque le moustique devenu infestant pique pour prendre un nouveau repas sanguin, les larves infestantes L3 peuvent pénétrer dans l'organisme de l'hôte définitif par le trou de piqûre.

Chez l'homme, environ 10 % de L3 poursuivent leur évolution dans les vaisseaux lymphatiques, subissent une nouvelle mue (L4) et se transforment en 3 à 6 mois en adultes (Aubry, 2015).

Cette affection due à des nématodes, à corps longs et filiforme; atteinte du système lymphatique et provoquent une inflammation, puis un blocage, conduisant à l'éléphantiasis ; cette filaire a été découverte en 1864 dans une hydrocèle chyleux (Bourée, 1983).

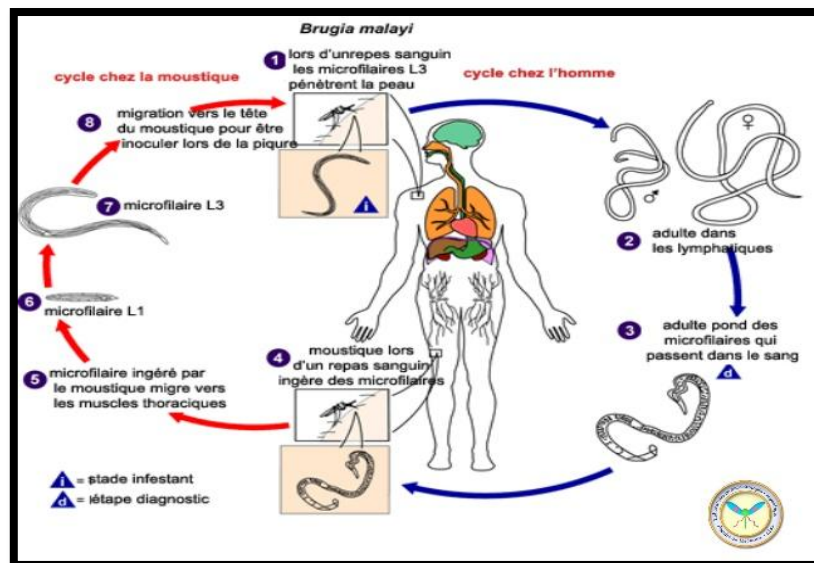


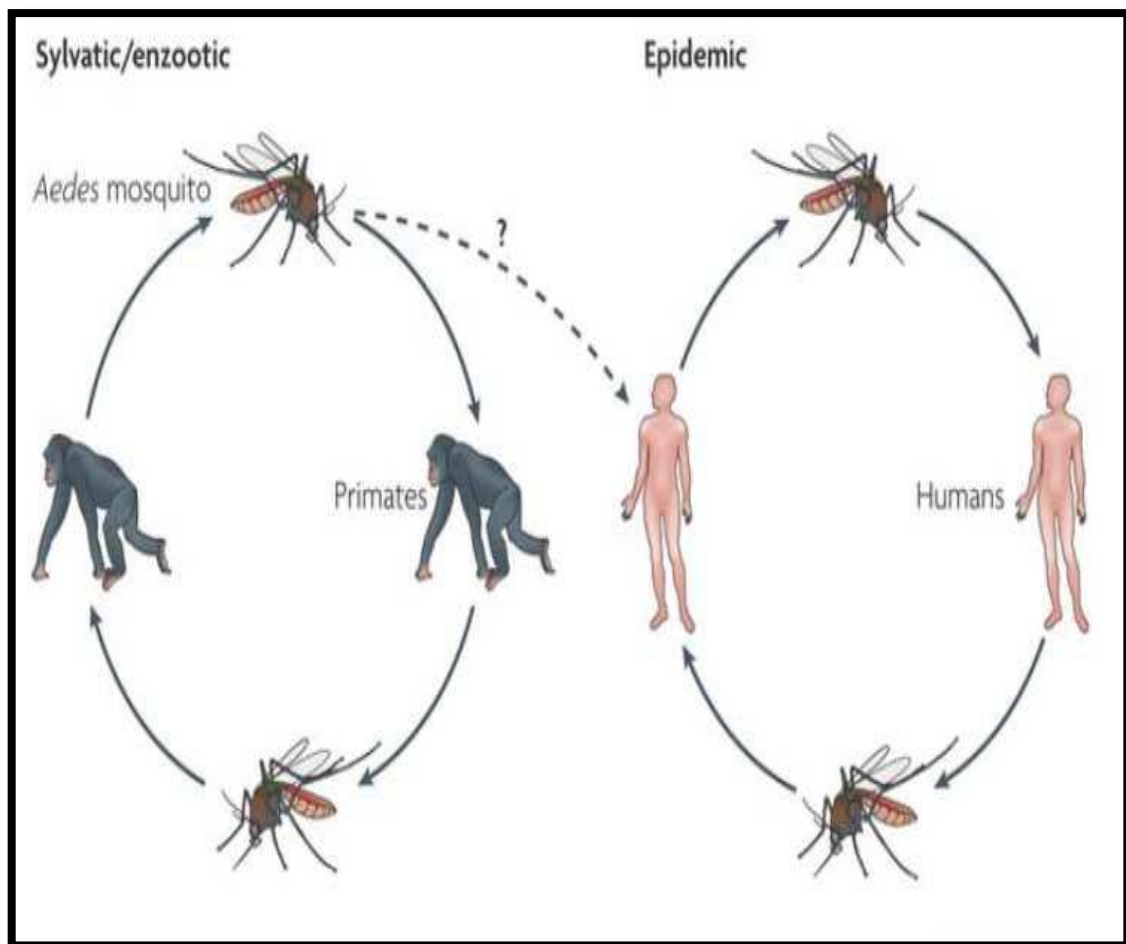
Figure 28 : Cycle de transmission de la filariose (web 05)



Photo 02: Quelques symptômes de la Filariose lymphatique (web 04)

### 1.9.3. La dengue

La dengue est une maladie humaine, d'origine virale, elle est généralement bénigne mais sa forme hémorragique pour laquelle il n'existe ni médicament ni vaccin peut être mortelle, transmise par l'espèce *Aedes aegypti*. C'est une maladie de la saison des pluies quand les moustiques pullulent (Tabti, 2015). Le virus de la dengue (DENV), appartient à la famille des Flaviviridae et au genre Flavivirus peut se transmettre selon deux cycles. Le cycle sylvatique ou enzootique, principalement décrit en Afrique et en Asie, correspond à la transmission du DENV d'un singe à un autre par l'intermédiaire des *Ae. furcifer* et *Ae. africanus*. C'est ce cycle qui a été décrit à l'origine chez les primates en zones rurales (les singes représentent le réservoir forestier). Plus tard, après adaptation des virus de la dengue à d'autres espèces d'*Aedes* (*Ae. aegypti*, *albopictus* et *polynensis*), des cas humains de dengue ont été décrits (Duong et al., 2009).



**Figure 29 :** Les deux cycles de transmission des DENV Virus de la dengue

(Whitehead et al., 2007)



**Photo 03** : Quelques symptômes de la dengue hémorragique (web 06)

#### 1.9.4. La fièvre jaune

La fièvre jaune est une maladie infectieuse aigue grave, due au virus amaril (amarillo en espagnol=jaune), le chef de file des flavivirus (groupe des arbovirus : arthropod born virus), appartenant à la famille des flaviviridés.

Transmise à l'homme par la piqûre des moustiques de genre *Aedes*. C'est une zoo-anthroponose avec un cycle selvatique (Zine elabidine, 2012).

Les espèces zoophiles assurent la transmission selvatique du virus (foret tropicale ou canopée), Ce sont essentiellement *Aedes africanus* en Afrique et *Aedes haemagogus* dans la foret amazonienne, les espèces zoo anthropophiles assurent la sortie du virus dans la foret en piquant l'homme et les animaux sans distinction, il s'agit essentiellement d'*Aedes furcifer*, *Aedes vittatus*, *Aedes luteocephalus*, *Aedes simpsoni*.

Les anthropophiles assurent la transmission inter humaine, elles sont donc responsables d'épidémies urbaines, ce sont essentiellement *Aedes aegypti* et *Aedes metallicus* (Cissoko, 2007).

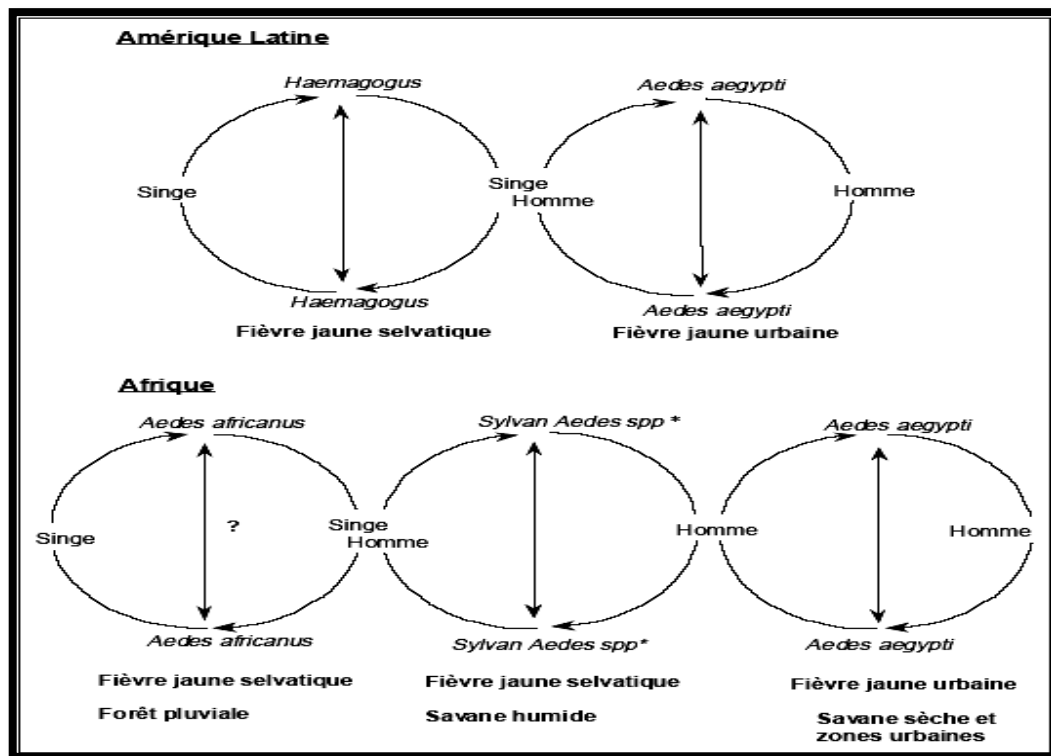


Figure 30 : Schéma représentatif de cycle de la fièvre jaune (Coulibaly, 2008)



Photo 04 : Singe clinique de fièvre jaune (web 02)

### 1.9.5. Le virus du Nil Occidental

La fièvre du West Nile (FWN) est une arbovirose due à un virus de la famille des Flaviviridae, découvert pour la première fois en 1937 en Ouganda (Afrique), dans le sérum d'une jeune femme souffrant d'un syndrome fébrile bénin (**El Ghou, 2009**). De très nombreuses espèces de moustiques maintiennent dans la nature le cycle de transmission du VNO (**Koné, 2006**).

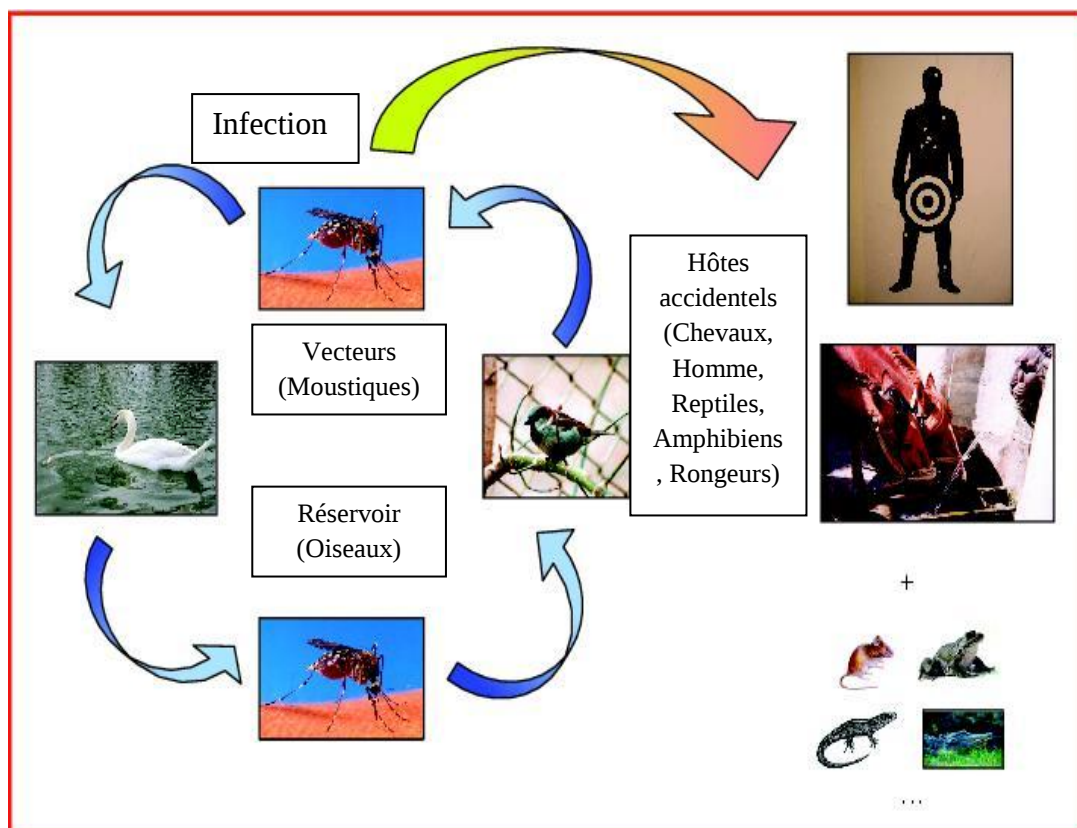
En Amérique du Nord, les moustiques du genre *Culex* constituent les vecteurs les plus communs, notamment *Culex pipiens*, *Culex quinquefasciatus* et *Culex tarsalis* qui est surtout présent dans les provinces et les États de l'Ouest.

Les moustiques du genre *Culex* ont leur période maximale de prise de repas sanguin tôt le matin et le soir, ce qui augmente le risque que soit transmis le VNO aux humains pendant ces périodes (**Koné, 2006**).

Elle peut néanmoins se manifester par un syndrome de type pseudo-grippal. Après 3 à 15 jours d'incubation des complications peuvent survenir et l'infection peut évoluer, dans moins de 15 % des cas symptomatiques, vers une méningite aseptique et une encéphalite. Les oiseaux, qu'ils soient sauvages ou domestiques, constituent le réservoir principal du virus et les oiseaux migrateurs jouent un rôle essentiel dans sa dissémination, en permettant notamment son passage de l'Afrique vers les zones tempérées de l'Europe. Les moustiques s'infectent auprès des oiseaux, amplifient le virus et peuvent contaminer l'homme et les équidés lors de leur repas sanguin. Ce virus a émergé, il y a quelques années, dans les régions tempérées d'Europe et d'Amérique du Nord. Cette arbovirose présente des risques sérieux aussi bien pour la santé publique que pour la santé animale particulièrement pour les équidés, depuis 1998, et pour les oiseaux (**Benjelloun, 2015**).



**Photo 05 :** Quelques symptômes du West Nile des oiseaux (web 03)



**Figure 31 :** Cycle de transmission du virus de Nil Occidental (Boukraa, 2010)

### 1.10. Moyens de lutte contre les Culicidés

L'efficacité d'une lutte quel que soit chimique, biologique, physique ou environnementale dépend de la solidité de ses bases écologiques en particulier de la connaissance de variation spatio-temporelles, du développement et de l'activité de l'insecte. L'efficacité du traitement, le coût économique et le coût écologique sont les éléments à prendre en compte dans le choix de type d'intervention. La reconnaissance des espèces des moustiques en particulier les vecteurs des agents pathogènes semble être qu'un simple exercice académique de taxonomiste, mais une étape fondamentale et indispensable dans toute opération de lutte anti-vectorielle. Ainsi il convient de reconnaître tous les aspects de lutte.

Les différentes connaissances acquises sur la taxonomie et la bio-écologie des moustiques, permet de développer des moyens de lutte qui visent soit à empêcher simplement la pique des moustiques et à éviter ainsi la transmission des maladies, soit à détruire carrément l'insecte en visant à la fois le stade adulte et les stades larvaires (**Samanidou et al., 1993**).

#### 1.10.1. La lutte physique

La base de toute lutte anti-vectorielle repose sur une gestion environnementale des populations de moustiques qui passe tant par une modification des habitats destinée à prévenir, limiter ou supprimer les gîtes larvaires potentiels (drainage de milieux humides, traitement des eaux usées, remblai) que par une adaptation du comportement humain en vue de réduire au mieux le contact hôte-vecteur (gestion des déchets, suppression ou bûchage de récipients d'eau potentiels) (**Bawin, 2014**).

Cette technique de gestion élémentaire fut prépondérante jusqu'à l'avènement des insecticides de synthèse lors de la seconde guerre mondiale. Suivant les avancées scientifiques et technologiques du moment, elle a pu être renforcée par des moyens physiques et mécaniques, tels l'épandage d'huile à la surface des eaux ou encore le piégeage massif des adultes à proximité des habitations.

L'importance de ces méthodes est capitale en milieu urbain car elles permettent la prévention et la réduction de l'abondance des espèces anthropophiles dangereuses (**Bawin, 2014**).

### 1.10.2. La lutte génétique

Elle consiste à provoquer l'extinction d'une population naturelle d'insectes en y introduisant des individus de la même espèce préalablement rendus stériles par les rayons X ou par chimio-stérilisation.

Cette technique a donné de bons résultats sur les insectes à faible densité de population et en milieu isolé (glossine, lucilie bouchère).

Sur les moustiques, ces techniques séduisantes au laboratoire n'ont donné jusqu'à présent que peu de résultats sur le terrain. Le remplacement de souches locales de vecteurs par des souches inaptes à transmettre ou encore l'introduction de gènes délétères dans le patrimoine génétique des moustiques ont été aussi tentés ou envisagés (**Ouedraogo, 2011**).

### 1.10.3. La lutte chimique

La lutte chimique repose sur l'utilisation de produits chimiques (insecticides) à effet toxique envers les insectes cibles.

Ces insecticides chimiques utilisés à l'encontre à la fois des adultes et des larves de moustiques ont connu une forte utilisation dans la deuxième moitié du siècle dernier, suite à la seconde guerre mondiale, On classe les insecticides chimiques en trois catégories.

La première génération d'insecticides de synthèse date d'avant 1940 et cotoyaient des insecticides inorganiques (aceto-arsenate de cuivre), fluores (fluore de sodium), soufres (sulfure de carbone). La deuxième génération correspond aux insecticides organiques de synthèse divise en organochlorés (DDT, lindane, endosulfan) les traitements des larves au Maroc par le DDT a commencé dans les années 1950, il ya aussi les organophosphorés (dichlorvos, chlorpyrifos, téméphos) en 1978 le téméphos a été introduite, et depuis lors, il a été utilisé comme insecticide pour la lutte, il y'a aussi les carbamates (carbaryl, aldicarbe, propoxur) (**Sayah, 2011**).

La troisième génération d'insecticides, apparue plus tard, comprend les pyrethrinoides de synthèse, les phenylpyrazoles (fipronil), les neonicotinoides (imidaclopride) et aussi les régulateurs de croissance d'insectes (fenoxycarbe, lufenuron) L'histoire de la lutte chimique à connue quelques échecs comme celui du Dichloro Diphenyl Tichloroethane communément connu sous l'abréviation DDT.

Bien que préparé dès 1874 par Zeidler, cet organochloré fut décrit par Muller pour son efficacité insecticide reconnue en 1939 seulement et lui valut le Prix Nobel de

Physiologie Médicale en 1948, il s'agit d'un insecticide de la famille des organochlorés agissant au niveau des cellules nerveuses, il s'accumule dans les membranes cellulaires et perturbe les équilibres cationiques  $K^+/Na^+$  conduisant à des convulsions et des paralysies, puis à la mort (Sayah, 2011).

#### 1.10.4.. La lutte biologique

Elle consiste à introduire dans le biotope des moustiques, des organismes d'espèces différentes qui sont leurs ennemies naturelles.

C'est le cas du poisson larvicide *Gambusia affinis* dont l'action est limitée aux eaux permanentes et de la bactérie, *Bacillus sphaericus* qui provoque une mortalité chez les larves de moustique des genres Culex et Anopheles, à degré moindre sur les Aedes.

Les poissons herbivores (carpe) sont utilisés en Chine pour dévorer les herbes qui servent d'abris aux larves de moustiques (Diakite, 2008).

##### 1.10.4.1. Lutte microbiologique

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

Dans les années 2000, la lutte bactérienne utilisant *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) monopoliser 95 % du marché mondiale des agents microbiens de lutte contre les insectes (Diakite, 2008).

Son activité larvicide provient de la structure cristalline pouvant contenir plusieurs toxine ; cette substance très toxique par ingestion s'est avérée être efficace vis-à-vis des larves de moustiques et celle des simuliés. L'avantage de cette bactérie réside dans son innocuité envers la faune non cible et les mammifères (Aouati, 2016).

##### 1.10.4.2. Lutte par les plantes médicinales

Suite à les conséquences néfastes de la lutte chimique, la recherche a élaboré d'autres méthodes alternatives aux insecticides chimiques, ce qui a conduit au développement et utilisation de nouvelles molécules prenant en considération les paramètres biologiques, physiologiques et biochimiques des organismes vivants (Aouati, 2016).

Ces molécules sont sélectives, sans risques écotoxicologiques, biodégradables et non toxiques pour les organismes non visés.

Ces molécules sont décrites comme étant la troisième génération d'insecticide, c'est l'utilisation de plantes dans la lutte anti vectorielle, en effet ces extraits de plantes aqueux ou sous forme d'huiles essentielles contiennent des substances toxiques pouvant agir efficacement sur les moustiques.

C'est des sources de molécules naturelles présentant un grand potentiel d'application contre les insectes et d'autres parasites des plantes et du monde animal.

L'histoire des plantes aromatiques et médicinales est associée à l'évolution des civilisations (**Aouati, 2016**).

Dans toutes les régions du monde, l'histoire des peuples montre que ces plantes ont toujours occupé une place importante en médecine, dans la composition des parfums et dans les préparations culinaires (**Janssen et al., 1987 ; Bouzouita et al., 2005**).

L'utilisation des extraits de plantes comme le pyrèthre, la nicotine et la roténone était connue depuis longtemps déjà comme agents de lutte contre les insectes ; les extraits de plantes agissent de deux façons possibles ; une action larvicide pouvant causer une mortalité appréciable des larves en 1 à 12 jours, ou une action juvénile mimétique de l'hormone juvénile, avec allongement de la durée de la vie larvaire pouvant inhiber la nymphose (**Aouati, 2016**).

## II. Les plantes médicinales

On qualifie de plante médicinale toute plante possédant des propriétés agissant sur l'organisme humain ou animal de façon bénéfique. Les plantes médicinales sont utilisées en médecine naturelle. Généralement, seule une partie de la plante est utilisée, que ce soit le bulbe, les racines, les feuilles, les graines, les fruits ou les fleurs. La branche de la médecine qui utilise des plantes médicinales est appelée phytothérapie. Parmi les principes actifs les plus courants des plantes médicinales, on peut nommer les polyphénols, les terpènes, les stéroïdes et les alcaloïdes (**Gineste, 2010**).

## 2.1. Généralités sur les plantes médicinales sélectionnées

- *Rosmarinus officinalis* L
- *Juniperus phoenica* L

### 2.1.1. *Rosmarinus officinalis* L

Le romarin est l'une des herbes les plus appréciées et cultivées à travers le monde dans de nombreuses régions (Gineste, 2010).



**Photo 06:** *Rosmarinus officinalis* L (web 01)

|                               |                                                                |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| <b>NOM TARGUI OU BERBERE</b>  | Lazir , Iklil Aljabal ,ouzbir ,touzala                         |
| <b>NOM VERNACULAIRE ARABE</b> | Klil, Hatssa louban,hassalban                                  |
| <b>NOM ANGLAIS</b>            | Rosemary                                                       |
| <b>NOM FRANÇAIS</b>           | Romarin Officinal, Rose Marine, encensier, herbe aux couronnes |
| <b>NOM LATIN</b>              | <i>Rosmarinus officinalis</i>                                  |

Source : Beloued (2014)

### 2.1.1.1. Description botanique

Sous-arbrisseau touffu, xérophYTE, fortement rameux et toujours vert, à racine pivotante, à tiges ligneuses, généralement érigées, pouvant atteindre jusqu'à 2 m de haut (**Bolt et al., 2012**).

Les **feuilles**, portées par des rameaux subarrondis, sont opposées et sessiles, étroites et lancéolées, de 4 cm de long sur 5 mm de large ; leur port est raide, leur texture dure et coriace, leur limbe épais, cassant, vert foncé sur la face supérieure et chagriné, blanchâtre car finement tomenteux sur la face inférieure ; ses bords sont enroulés sur le dessous et la nervure médiane est saillante (**Eberhard et al., 2005**).

Les **fleurs** sont regroupées en petites grappes axillaires terminales, disposées à l'aisselle des feuilles (Photo 06) ; le calice bilabié a la forme d'une clochette ovale et duveteuse ; il est persistant et comporte une lèvre supérieure formée de 3 sépales et une lèvre inférieure à 2 lobes lancéolés ; la corolle est longuement tubuleuse, de 1.2 cm de large, bleu pâle, lilas ou blanche mais souvent maculée de petites taches violettes ; elle est divisée en 3 lobes dont celui du milieu est large et concave ; 2 étamines fertiles, munies à la base d'une petite dent et terminées par une anthère à 2 loges, se dressent hors de la corolle ; le gynécée qui repose sur un disque nectarifère, est formé de 2 carpelles soudés ; l'ovaire est supère, divisé en 2 loges contenant chacune 2 ovules .

Le **fruit** est un tétrakène lisse et globuleux, brun foncé, de 2,3 mm de long, La floraison a lieu de mai à juillet (**Eberhard et al., 2005**).

### 2.1.1.2. Pays d'origine

Le sud de l'Europe, notamment les régions côtières de la mer Méditerranée : l'Espagne, le sud de la France, l'Italie, la Grèce, la Turquie, le Maghreb (du Maroc à la Tunisie), ainsi que les régions du Caucase (**Eberhard et al., 2005**). Le romarin se développe sur les sols calcaires des collines de faible altitude et des garrigues en particulier en France et Afrique du nord (**Rombi et al., 2007**).

**2.1.1.3. Position systématique:(Quezel et Santa, 1963)**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Règne :</b> Plantae</p> <p><b>Embranchement:</b> Spermaphytes</p> <p><b>Sous embranchement:</b> Angiospermes</p> <p><b>Classe :</b> Dicotylédones</p> <p><b>Sous classe :</b> Gamopétales</p> <p><b>Ordre :</b> Lamiales</p> <p><b>Famille :</b> Lamiaceae</p> <p><b>Genre :</b> Rosmarinus</p> <p><b>Espèce :</b> <i>Rosmarinus officinalis</i></p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**2.1.1.4. Composition chimique**

L'huile essentielle du romarin (1 à 2 % dans la plante) contient : de l' $\alpha$ -pinène (7 à 80 %), de la verbénone (1 à 37 %), du camphre (1 à 38 %), de l'eucalyptol (1 à 35%), du bornéol (4 à 19 %), de l'acétate de bornyle (jusqu'à 10 %) et du camphène (**Rombi, 2007**).

En plus de l'huile essentielle on trouve dans le romarin : 2 à 4 % de dérivés triterpéniques tels que : l'acide ursolique, l'acide oléanolique, l'acétate de germanicol ; des lactones diterpéniques : picrosalvine, dérivés de l'acide carnosolique, rosmanol, rosmadial ,des acides phénoliques , des acides gras hydroxylés surtout des dérivés de l'acide décanoïque , des acides gras organiques :

L'acide citrique, glycolique et glycérique, des stérols, de la choline, du mucilage (**Hans et Kothe, 2007**) et de la résine (**Beloued, 1998**).

Le criblage phytochimique de l'extrait ethanologique des parties aériennes du romarin a indiqué la présence des flavonoïdes, des tannins et des saponines, et l'absence des alcaloïdes détecté dans l'extrait aqueux. Les flavonoïdes détectés par la chromatographie sur couche mince (CCM) sont la quercétine et le kaempférol (**Géead, 2014**).

**2.1.1.5. Récolte**

Il s'adapte à tous les sols, même secs et caillouteux, de préférence bien drainés car il craint l'humidité. Installez-le en plein soleil au début du printemps ou à l'automne. On peut le semer d'avril à juin sous abri, mais multipliez –le plutôt par marcottage au début du

printemps ou bouturage en fin d'été .il supporte très bien la sécheresse et en pleine terre n'a pas besoin d'arrosage. Son entretien se limite à couper régulièrement des tiges pour éviter qu'il se dégarnisse et favoriser les nouvelles pousses. Taillez de moitié en fin d'été pour qu'il garde une forme compacte (Alamy, 2014).

### 2.1.2. *Juniperus Phoenicea (phoeoenicea) L*



**Photo 07:** *Juniperus Phoenicea (phoeoenicea) L* (web 07)

|                         |                            |
|-------------------------|----------------------------|
| <b>NOM VERNACULAIRE</b> | Arâr lahmar                |
| <b>NOM ANGLAIS</b>      | Phoenician juniper         |
| <b>NOM FRANÇAIS</b>     | Genévrier de phénicie      |
| <b>NOM LATIN</b>        | <i>Juniperus phoenicea</i> |

Source : Ducerf (2014)

### 2.1.2.1. Description botanique

*Juniperus phoenicea* (Genévrier de Phénicie, «Arâar»), Arbuste pouvant atteindre 8 m, à rameaux brun rougeâtre écailleux (**Baba Aissa, 2011**); bourgeons nus, ramules cylindriques (**Jamaleddine, 2010**).

**Les feuilles** persistant non piquant, aromatique, gris vert, glauque pourvu sur le revers de deux bandes de stomates plus foncées que la partie médiane (**Anonyme, 2007**). Elles sont presque toutes squameiformes, en écailles très petites et courtes, à bords cartilagineux finement denticulés, serrées contre les rameaux, le plus souvent imbriquées sur 4 ou 6 rangs (**Belkacem, 2015**).

**La Floraison** est à la fin de l'hiver au printemps (Février-Avril) (**Louis et al., 2010**).

C'est une espèce dioïque ; **les fleurs** mâles sont groupées en chatons d'écailles portant des sacs polliniques sur leur face inférieure, les fleurs femelles sont groupées dans un cône contenant les ovules (**Belkacem, 2015**).

**Les fruits** globuleux gros de 10 à 15 mm de diamètre, rougeâtres et luisants à maturité (impropres à la consommation : toxiques, réservée à l'usage externe) (**Baba Aissa, 2011**), mettant deux ans pour mûrir. Un kilogramme de cônes donne 5000 graines (**Boudy, 1950**).

Elle devient de plus en plus rare sous l'effet de son exploitation abusive (son bois est très recherché comme combustible et fournit un charbon très apprécié) (**Kerbouche, 2010**).

### 2.1.2.2. Pays d'origine

D'origine américaine, asiatique, africaine et européenne (**Kezzouna, 2015**). Espèce méditerranéenne commune sur les dunes et dans les montagnes du littoral jusqu'à l'Atlas saharien (**Baba Aissa, 2011**).

Se localise sur le long des côtes sur le pourtour du bassin méditerranéen (Midi, Sud-ouest) dont l'Afrique du nord et les îles Canaries, en zone de garrigue ou de maquis (**Baitich et Brahimi, 2017**).

**2.1.2.3. Position systématique (Haluk et Roussel, 2000)****Embranchement :** Spermaphytes**Sous-embranchement :** Gymnospermes**Classe :** Coniferiidaes**Ordre :** Cupressales**Famille :** Cupressacée**Sous famille :** Cupressoidées**Genre :** *Juniperus***Espèce :** *Juniperus phoenicea* L**2.1.2.4. Composition chimique**

La majorité des composants chimiques isolés des feuilles et des cônes (fruits) de *Juniperus phoenicea* sont des huiles volatiles (**Kezzouna, 2015**).

Des études phytochimique antérieures de cette espèce ont montré que cette plante accumule des terpénoïdes, en particulier des monoterpène, sesquiterpènes et diterpènes Cette espèce ne comprend que de petites quantités de dérivés phénoliques : Bisflavones et Lignanes. La même source a signalé la présence de phenylpropanes glycosides, juniperosides, rosarin et Skimmin et deux dérivés furanones glucosides. Stérol et hydrocarbures.

Cette plante est riche en polyphénols, les huiles essentielles tel que  $\beta$ -phellandrene,  $\alpha$ -terpinyl acetate et myrcene et les diterpènes (**Kezzouna, 2015**).

**2.1.2.5. Récolte**

Il est présent sur les dunes littorales et en montagne jusqu'à 2400 m, et s'élève dans les montagnes jusqu'à 1200 m d'altitude. Indifférent vis-à-vis du milieu édaphique, il colonise les sols d'un substrat siliceux ou calcaire.

C'est une espèce héliophile, qui ne peut se développer complètement qu'en pleine lumière, ainsi qu'elle supporte les sécheresses sévères (**Belkacem, 2015**).

## 2.2. Les huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des mélanges naturels complexes de métabolites secondaires volatils, isolés par hydrodistillation ou par expression mécanique **(Toure, 2015)**.

Les HE n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs. Elles sont produites dans le cytoplasme des cellules sécrétrices et s'accumulent en général dans des cellules glandulaires spécialisées, elles peuvent être stockées dans divers organes végétaux : les fleurs (ylang-ylang, bergamotier, ros, etc.), les sommités fleuries (tagète, lavande...), les feuilles (citronnelle, eucalyptus, laurier...), les racines (vétiver), les rhizomes (gingembre, curcuma...), les fruits (ainsi, badiane...) , le bois (bois de rose, santal, etc.) ou les graines (ambrette, muscade ...) **(Mebarki, 2010)**.

Selon la pharmacopée européenne : « Produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement par la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, ou par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L'huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition » **(Lakhdar, 2015)**.

### 2.2.1. Historique

Les premières preuves de fabrication et d'utilisation des huiles essentielles datent de l'an 3000 avant, Les huiles essentielles semblent donc avoir accompagné la civilisation humaine depuis ses premières genèses, tout d'abord dans l'Orient et le Moyen Orient et par la suite au nord de l'Afrique et en Europe.

Les hydrolats (eaux aromatiques) étaient utilisés en Inde il y a plus de 7000 ans. Les Arabes ont apporté une amélioration significative dans la chimie et dans la distillation des huiles (François).

Ainsi, vers l'an mille, Avicenne, médecin et scientifique persan, a défini précisément le procédé d'entraînement à la vapeur. L'Iran et la Syrie deviennent les principaux centres de production de divers types d'extraits aromatiques **(Bouguerra, 2012)**.

Nous pensons que le nom huile essentielle a été inventé au 16<sup>ème</sup> siècle par le réformateur suisse de la médecine, Paracelsus von Hohenheim qui a appelé le

composant efficace essentielle de Quinta de drogue. Trois milles huiles essentielles environ sont connues, dont environ 300 sont destinées à un usage commercial. Parallèlement, nous retrouvons l'utilisation de végétaux dans les pratiques thérapeutiques de ces diverses civilisations, selon différents stades évolutifs liés à leur utilisation (**Randriannarivelo, 2010**).

### 2.2.2. Rôle écologique des huiles essentielles

Les huiles essentielles possèdent un rôle écologique lors des interactions végétales, comme agents allélopathiques, c'est-à-dire inhibiteur de la germination mais lors des interactions végétal-animal, il s'agit aussi comme agent de protection contre les prédateurs tels que les insectes.

Ils interviennent également, par leurs odeurs caractéristiques, dans l'attraction des pollinisateurs. Prouvées par la recherche scientifique moderne, les huiles essentielles (HE) ont des propriétés médicinales nombreuses et variées.

Elles agissent quasiment dans tous les domaines de la santé et de la maladie.

D'autres considèrent l'huile comme source énergétique, facilitant certaines réactions chimiques, conservent l'humidité des plantes dans les climats désertiques (**Jamaledine, 2010**).

### 2.2.3. Propriétés physiques et chimiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des liquides à température ordinaire, d'odeur aromatique très prononcée, généralement incolores ou jaune pâle à l'exception de quelques huiles essentielles (**Ouali, 2016**).

Du fait de leur nature huileuse, ces produits sont très peu soluble dans l'eau, mais soluble dans les solvants organiques apolaire usuels, les huiles grasses, et dans les alcools à titre élève et éther. La plupart des huiles sont plus légères, leur densité est en général inférieure à celle d'eau.

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

# **Chapitre 02**

## **Présentation de la région de étude**

## I. Présentation de la région d'étude (Laghouat)

La présentation de la région d'étude est introduite par un aperçu géographique de la région de Laghouat. Elle se poursuit par sa caractérisation physique avec la géologie, l'hydrologie, le climat et enfin des données bibliographiques sur sa biocénose.

### 1.1. Situation géographique

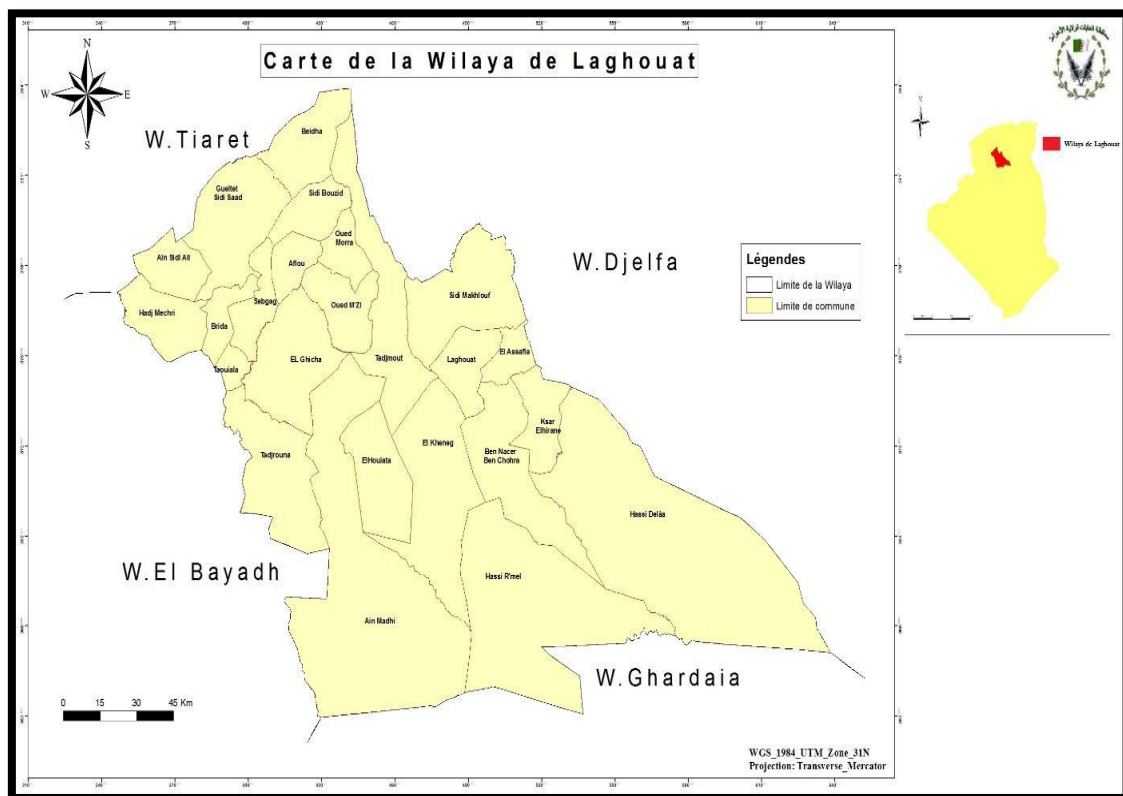
Notre étude s'est effectuée au niveau de la région de Laghouat qui Située au centre du pays à 400 km au sud d'Alger, ces coordonnées sont : 33°48'N, 02°53'E, s'étend sur une superficie de 25 052 km<sup>2</sup> (Figure 32) (**D.P.A.T., 2010**).

De par sa position géographique et ses caractéristiques climatiques, elle fait partie du groupe des neufs Wilayat pastorales du pays ainsi que des Wilayat du Sud, Elle est limitée au nord par la wilaya de Djelfa, à l'ouest par la wilaya d'El Bayadh, au nord-ouest par la wilaya de Tiaret et vers le sud la wilaya de Ghardaïa (**D.P.A.T., 2013**).

D'après la **D.S.A., 2014**, le territoire de la région de Laghouat est reparti comme suit (Tableau 05) :

**Tableau 05 : Répartition de territoire de la région de Laghouat**

| <b>Territoire</b>         | <b>Superficie /ha</b> |
|---------------------------|-----------------------|
| Territoire générale       | 25.052 ha             |
| Pacage et parcours        | 1 529 559 ha          |
| Superficie Forestière     | 91 009 ha             |
| Superficie agricole       | Totale : 2 008 706 ha |
| Superficie Agricole Utile | 73.031 ha             |
| Parcours à exploiter      | 93 855ha              |
| Forêt Claire              | 45 400 ha             |
| Occupation Alfa           | 315 125 ha            |
| Alfa à exploiter          | 72 864 ha             |



**Figure 32:** Situation géographique de la wilaya de Laghouat (C.D.F., 2013)

## 1.2. Les reliefs

Sur le plan naturel, elle est constituée de deux zones distinctes :

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

✚ La seconde représente la zone des Hauts Plateaux et de Plateaux Sahariens caractérisée par des altitudes allant de 700 à 1.000 m et des pentes de 0 à 3 %.

Cette zone est constituée de vastes étendues steppiques d'une superficie de 1.900.000 ha dont une grande partie a été dégradée sous l'effet des sécheresses prolongées (D.S.A., 2012).

### 1.3. Les sols

La formation des sols dépend essentiellement de la nature de la roche mère ainsi que de la topographie (Mimouni, 2014).

Selon Pouget en 1980, Laghouat est considérée parmi les wilayat les plus riches sur le plan pédologique, en effet pratiquement tous les sols du sud algérois cité par cet auteur sont rencontrés.

Pour la zone étudiée les sols rencontrés sont de deux types :

#### Sols peu évolués d'apport alluvial typique

Jusqu'à 43 cm de profondeur, la texture est limoneuse-sableuse et la structure polyédrique fine développée, non caillouteuse, au-delà et jusqu'à 125 cm, la texture est limoneuse-argilo-sableuse et la structure massive non caillouteuse.

#### Sols peu évolués d'apport alluvio-colluvial typique

Sol peu caillouteux, la texture est sablo limoneuse et la structure polyédrique fine faiblement développée jusqu'à 55 cm et au-delà jusqu'à 135 cm (Mimouni, 2014).

### 1.4. Hydrologie

La wilaya de Laghouat est drainée par un réseau hydrographique assez dense qui mène les eaux de pluies généralement hors de la wilaya excepté le bassin fermé de l'oued Messaad (B.N.E.D.E.R., 2006). Dans notre zone d'étude on distingue :

#### 1.4.1. Les eaux de surfaces

Le réseau hydrographique est caractérisé par une série d'oueds dont les plus importants sont : l'oued Touil et oued Sebgag et ses affluents, la nappe alluvial est exploitée par de nombreux puits dont la profondeur est inférieure à 30 m.

#### 1.4.2. Les eaux souterraines

Dans cette zone, le crétacé inférieur est exploité par des forages dont la profondeur varie entre 80 et 200 m (Mimouni, 2014).

### 1.5. Les facteurs climatiques

Les facteurs climatiques jouent un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants. En effet ces derniers ne peuvent se maintenir et prospérer que lorsque les conditions climatiques du milieu sont favorables. En absence de ces conditions les populations sont éliminées suite aux actions multiples néfastes sur la physiologie de ces êtres vivants (**Dajoz, 1982 ; Faurie et al., 1984**).

L'état moyen de l'atmosphère en un lieu donne. Diverses manifestations (précipitation, température, vent...) analysées sur longues périodes permettent, grâce au traitement statistique, d'établir les caractères du climat (**Veyret, 2004**).

Décollant du relief, le climat est de type continental au Nord-Ouest avec une pluviométrie variant de 300 à 400 mm, des chutes de neige et des gelées blanches. Dans la région des Hauts Plateaux, le climat est de type saharien et aride. La pluviométrie varie entre 150 mm au Centre et 50 mm au Sud. Les hivers sont caractérisés par des gelées blanches et les étés par une forte chaleur accompagnée de vents de sable (**D.P.A.T., 2010**).

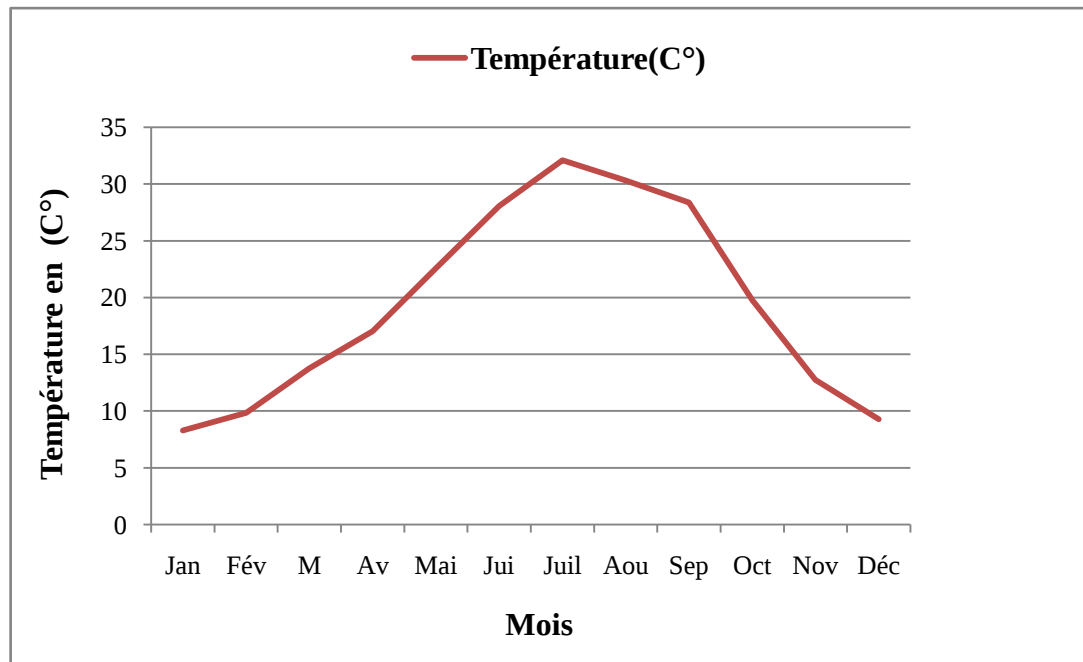
#### 1.5.1 Données climatiques

La présente étude est faite à partir d'une synthèse climatique de la période de 1996 jusqu' à 2016 des données de l'Office National de Météorologique (**O.N.M., 2017**) à partir de la station de Kheneg.

##### 1.5.1.1. La température

La température est l'élément du climat le plus important étant donné que tous les processus métabolique en dépendent (**Dajoz, 2006**). La température est considérée comme étant le facteur le plus important agissant sur la répartition géographique de la flore et de la faune ainsi que sur leurs comportements. Elle conditionne de ce fait les différentes activités de la totalité des espèces et des communautés vivant dans la biosphère. La variation de la température agissant aussi sur le comportement des différentes espèces d'invertébrés et de vertébrés (**Kaabouche, 2016**).

Les données thermométriques caractérisant la région de Laghouat durant la période 1996-2016 sont reportées dans la (Figure 33).



**Figure 33 :** Les températures moyennes mensuelles enregistrées à Laghouat en 1996-2016  
(O.N .M. Laghouat, 2017)

D'après ces données, nous relevons que la température moyenne annuelle de la région de Laghouat est de 19,10 C°, avec une température minimale ; 8,3 C° en janvier pour le mois le plus froid, et une température maximale ; 32,08 C° en juillet pour le mois le plus chaud.

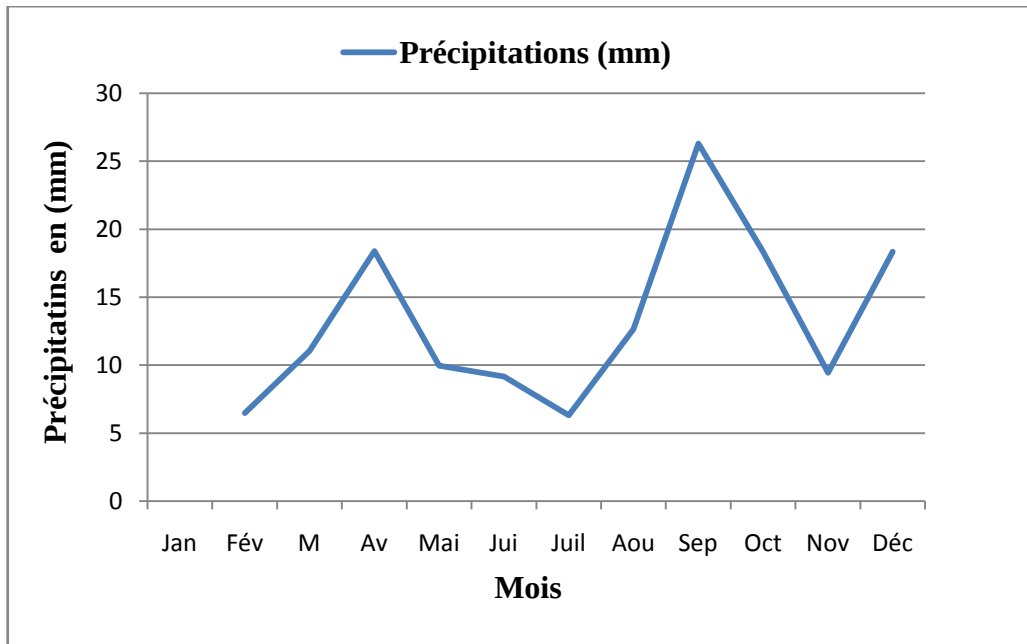
#### 1.5.1.2. La précipitation

Les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale. La pluviométrie a une influence importante sur la flore et sur le comportement des espèces animales. Ainsi, elle peut agir sur la vitesse de développement des animaux, sur leur longévité et sur leur fécondité (**Dajoz, 1970**).

La période de pluviométrie joue un rôle dans le développement du moustique plus essentielle que la quantité de pluie, puisque les gîtes doivent être stables, du dépôt des œufs à l'émergence de l'adulte (**Nedjraoui et Bédrani, 2008**).

La pluviométrie annuelle varie selon plusieurs paramètres locaux caractéristiques de chaque région dont l'altitude, l'exposition et l'orientation jouent le rôle principal.

Les précipitations moyennes mensuelles de la région d'étude collectées durant la période allant de 1996 à 2016 sont récapitulées dans le (Figure 34).



**Figure 34 :** Les précipitations moyennes mensuelles enregistrées à Laghouat en 1996-2016 (O.N .M. Laghouat, 2017)

A partir des données enregistrées sur une période de 20 ans (1996-2016) la quantité de précipitation mensuelle dans la région est faible et irrégulière, avec un maximum de 26.32 et 18,40 mm durant les mois de Septembre et Octobre respectivement, et un minimum de 6.3 mm en mois de Juillet. Le cumul annuel est de valeur de 159, 75 mm (Figure 34).

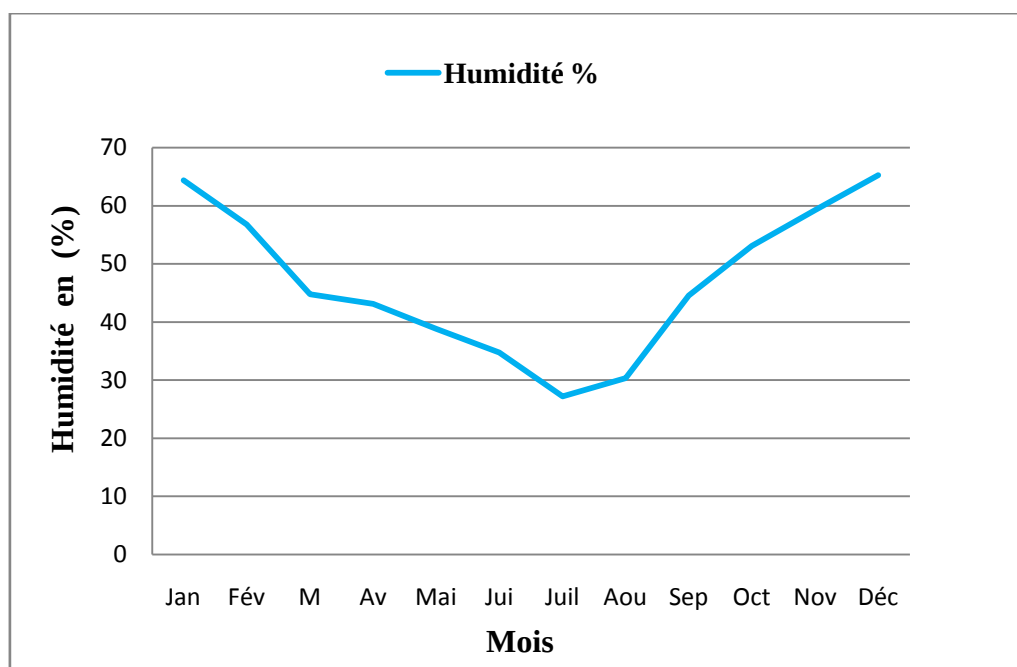
#### 1.5.1.3. L'Humidité

Selon **Dreux en 1980**, l'humidité dépend de plusieurs facteurs tels que la quantité d'eau tombée, le nombre de jours de pluie, la forme de ces précipitations, la température, les vents et la morphologie de la station considérée (**Faurie et al., 1980**).

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

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

Les valeurs d'humidité relative de l'air de la région d'étude collectées durant la période allant de 2004 à 2016 sont récapitulées dans le (Figure 35).



**Figure 35** : Moyennes mensuelles de l'humidité exprimées en (%) pour la période s'étendant entre 2004 à 2016 (O.N .M. Laghouat, 2017)

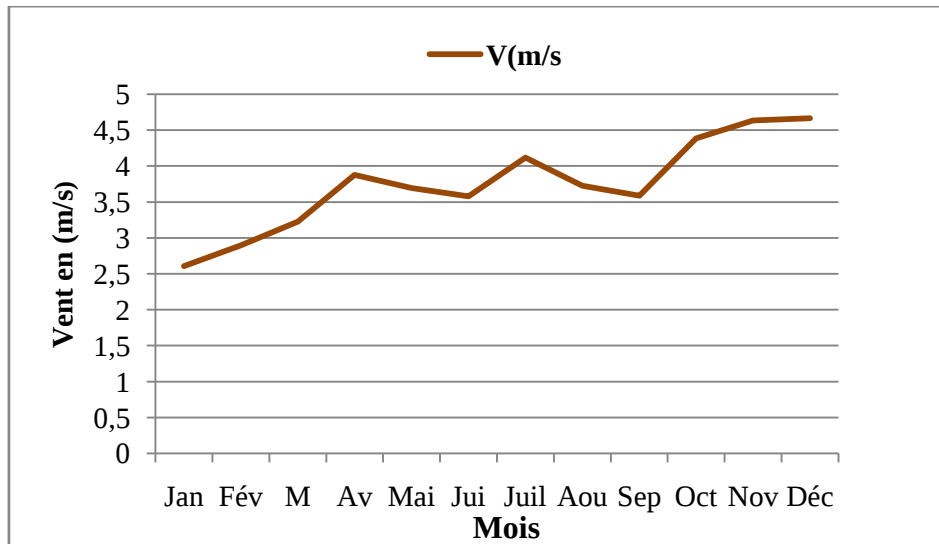
A partir des données enregistrées sur une période de 12 ans (2004-2016) la région de Laghouat a une humidité moyenne faible au cours de ces années. L'humidité relative de l'air connaît d'énormes fluctuations passant de 27,20 % à 65,24 % (Figure 35). Les valeurs les plus élevées sont enregistrées durant l'Automne et l'Hiver, correspondant aux mois de Décembre et Janvier, Février, Novembre. La sécheresse de l'aire s'établit en Été ; en particulier au cours des mois de Juillet et Août.

#### 1.5.1.4. Les vent

D'après, **Ramade** en **1984**, le vent constitue dans certains biotopes un facteur écologique limitant. Il a parfois une action très marquée sur la répartition des insectes et sur leur degré d'activité (**Faurie et al., 1984**). Le vent est un agent de dispersion des animaux (**Dajoz, 2000**).

Dans nos régions, les vents dominants sont généralement orientés ouest nord-ouest en saison humide (automne, hiver, début de printemps), alors que les vents secs et chauds du sud (siroco) se manifestent surtout pendant la saison chaude et même dès le début du printemps (**Pouget, 1980**).

Dans notre région, la vitesse du vent varie entre 2,09 m/s et 4,67 m/s. il est plus violent (vent de sable) entre les mois de Février et Aout (Figure 36).



**Figure 36 :** Moyennes mensuelles de la vitesse du vent (m/s) (2004-2016)  
(O.N .M. Laghouat, 2017)

## 1.6. La synthèse climatique

Selon **Dajoz** en **2006**, la pluviométrie et la température sont les éléments les plus importants pour le développement des êtres vivants, il serait donc intéressant d'utiliser ces deux principaux facteurs climatiques pour construire le diagramme Ombrothermique de Gaussen et le climagramme d'Emberger (publié en 1955).

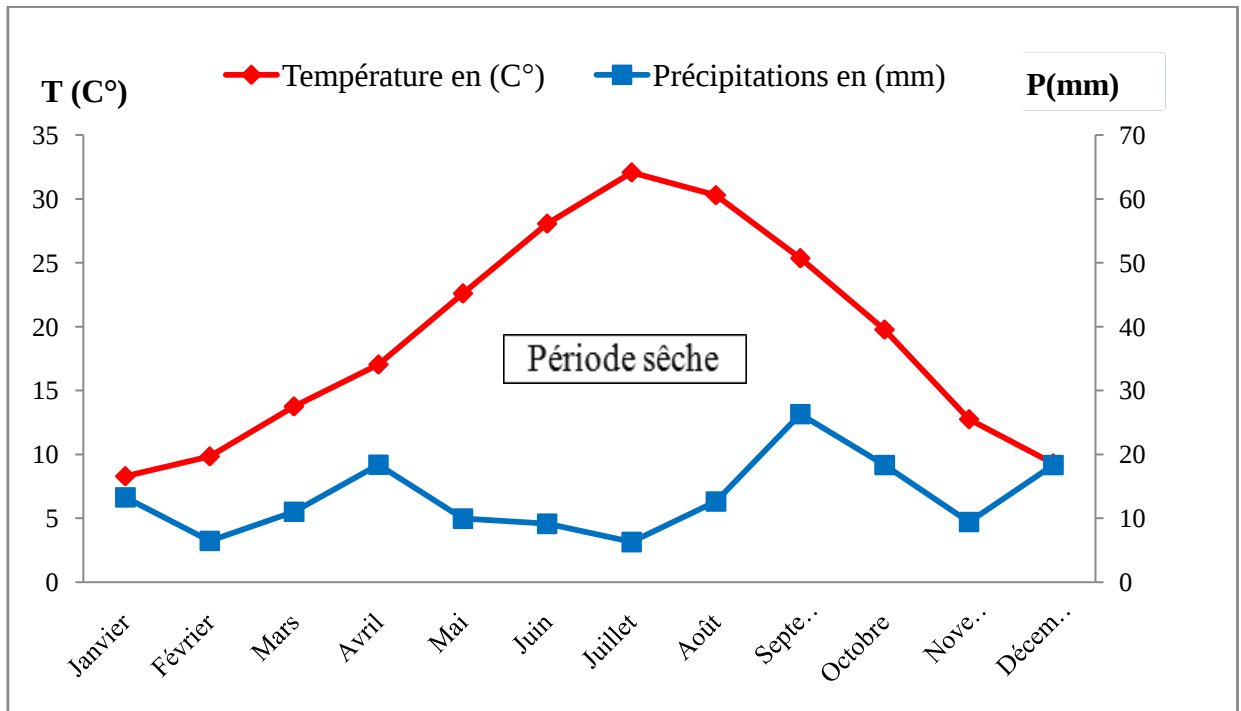
### 1.6.1. Le diagramme Ombrothermique

Le diagramme Ombrothermique de **GAUSSEN** et **BAGNAULS** permet de déterminer les périodes sèches et humides de n'importe quelle région à partir de l'exploitation des données des précipitations mensuelles (**Dajoz, 2003**).

D'après **Frontier et al., 2004**, les diagrammes ombrothermique de **GAUSSEN** et **BAGNAULS** sont constitués en portant en abscisses les mois et en ordonnées, à la fois, les températures moyennes mensuelles en (°C) et la précipitation mensuelles en (mm). L'échelle adoptée pour les pluies est double de celle adoptée pour les températures dans les unités choisies. Un mois est réputé « sec » si les précipitations sont inférieures à 2 fois la température moyenne, et réputé « humide » dans le cas contraire (**Frontier et al., 2004**).

Pour localiser les périodes humides et sèches de site d'étude, nous avons tracé diagramme ombrothermique pour les périodes allant de 1996-2016 pour la station de Laghouat.

Diagramme ombrothermique de la région de Laghouat révèle que la région est caractérisée par une période sèche qui s'étale durant toute l'année (Figure 37).



**Figure 37 :** Diagramme Ombrothermique de GAUSSENet BAGNAULS de la région de Laghouat (1996-2016)

### 1.6.2. Climagramme d'Emberger

Le système d'Emberger permet la classification des différents climats méditerranéens (Dajoz, 2003).

Selon Prévost en 1999, le Climagramme d'Emberger permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude. Il est représenté en abscisse par la moyenne des minimums des températures du mois le plus froid, en ordonnées par le quotient pluviothermique d'Emberger  $Q_2$ . Nous avons utilisé la formule de (Stewart 1969):

$$Q_2 = 3.43 \times \frac{P}{(M - m)}$$

$Q_2$ : Quotient pluviothermique d'Emberger

**P**: Moyenne des précipitations annuelles (mm) = 159.75 mm

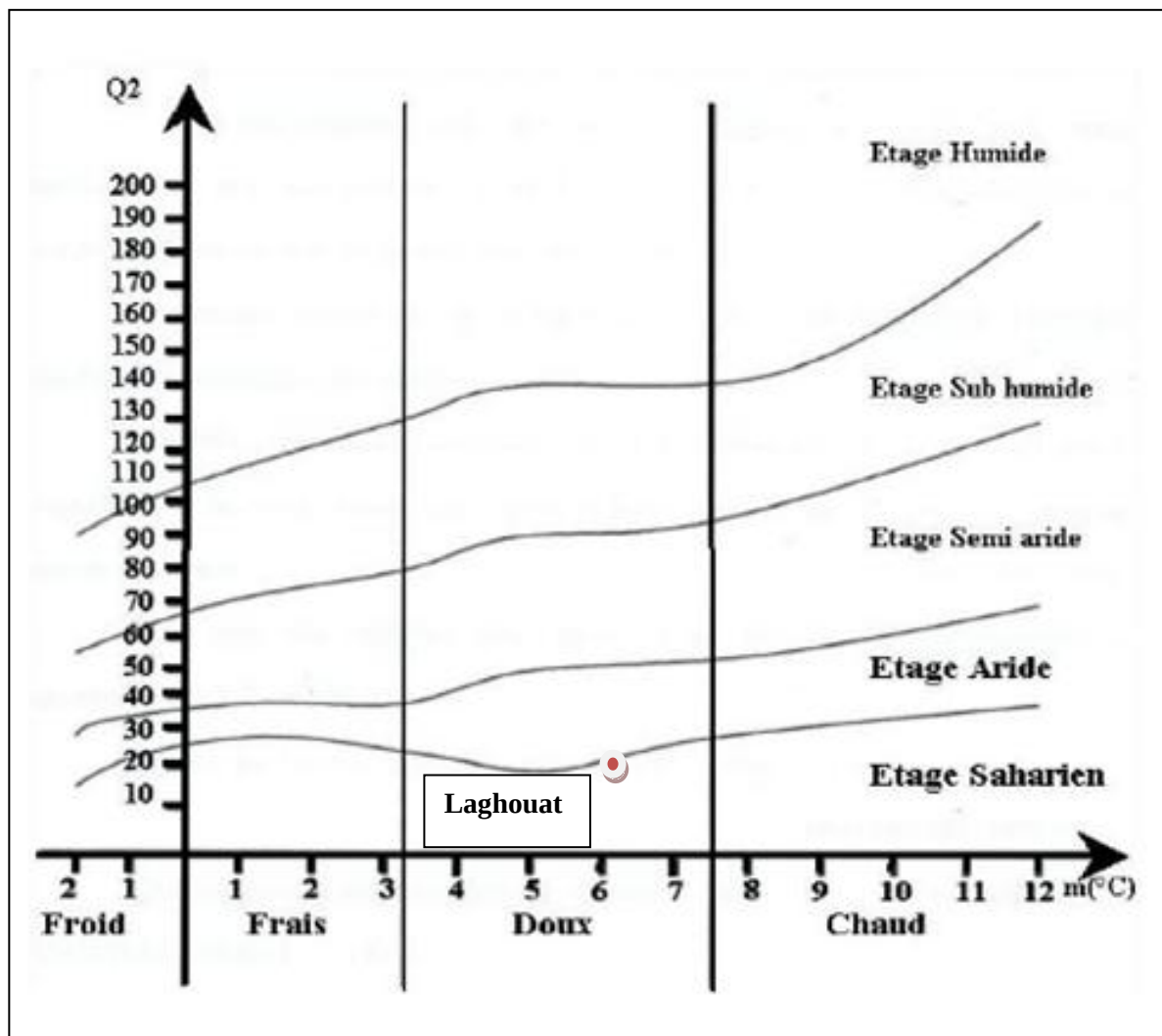
**M**: Moyenne des maximums du mois le plus chaud (°C) = 32,11°C

**m**: Moyenne des minimums du mois le plus froid (°C) = 6.10°C

Le quotient pluviothermique est d'autant plus élevé que le climat est plus humide (Dajoz, 2003). Cet indice n'est vraiment établi que pour la région méditerranéenne et qu'en fonction de la valeur de ce coefficient on distingue les zones suivantes :

- ❖ Humides pour :  $Q_2 > 100$
- ❖ Tempérées pour :  $100 > Q_2 > 50$
- ❖ Semi arides pour :  $50 > Q_2 > 10$
- ❖ Désertiques pour :  $Q_2 < 10$

Afin de déterminer l'étage bioclimatique de zone d'étude et le situer dans le climagramme d'EMBERGER, nous avons calculé le quotient pluviothermique pour la région de Laghouat,  $Q_2$  avec les données climatiques calculées sur une période de 20 ans  $Q_2$  (1996-2016).



**Figure 38 :** Situation bioclimatique de la région de Laghouat dans le climagramme d'Emberger (1996– 2016)

D'après la Figure 38, la région de Laghouat se situe sous un étage bioclimatique Saharien à hiver doux, d'où  $Q_{2(\text{en } 1950)} = 12$  (rapport d'Emberger 1950). Cependant, la valeur confirmée par notre calcul est de  $Q_{2(1996/2016)} = 21.06$  (avec  $m = 6.10^\circ\text{C}$ ,  $M = 32.11^\circ\text{C}$  et  $P = 159.75 \text{ mm}$ ).

### 1.6.3. L'indice de l'aridité de Martonne

L'indice de l'aridité est un indicateur quantitatif du degré du manque d'eau présente à un endroit donné (**Medjdoub, 2015**).

L'indice d'aridité de Demartonne est présenté par la formule suivante (**Pérvost, 1999**) :

$$I = P / T + 10$$

**I** : L'indice aridité de Martonne.

**P** : Précipitation moyenne annuelle (mm). ( $P_{\text{Laghouat}} = 159,75 \text{ mm}$ )

**T** : Température moyenne annuelle ( $^\circ\text{C}$ ). ( $T_{\text{Laghouat}} = 19,21^\circ\text{C}$ )

D'après **Prévost** en **1999**, l'indice de Martonne est bas que le climat est plus aride et nous pouvons distinguer plusieurs classes :

- Climat très sec ( $I < 10$ )
- Climat sec ( $I < 20$ )
- Climat humide ( $20 < I < 30$ )
- Climat très humide ( $I < 30$ )

Le calcul de l'indice d'aridité de la région de Laghouat a révélé une valeur de 5,46 ce qui classe cette région dans un climat très sec (Quand la valeur  $I < 10$ ).

## 1.7. Considération de faunistiques et floristique

### 1.7.1 La faune

Les informations recueillis par les directions des services agricoles et des forêts de la wilaya de Laghouat , nous ont permis de connaître les différentes populations qui

existent dans la région avec une faune composée principalement par des mammifères, des oiseaux et des reptiles.

Les mammifères les plus abondants sont : les lièvres, les gerboises, les sangliers, les renards, les hérissons, les chacals et les fennecs (**Pouget, 1980**).

### 1.7.2 La flore

En Afrique du Nord, les steppes sont des formations basses et très ouvertes tapissées de graminées (*Stipa tenacissima*, *Stipa parviflora*, *Lygeum spartum*...etc.) et/ou de chamaephytes vivaces (*Artemisia herba alba*, *Artemisia campestris*, *Helianthemum hirtums* sp, *Ruficomu*, etc.) auxquels s'ajoute un cortège varié, souvent important, d'espèces annuelles (**Pouget, 1980**) (Annexe 01).

## II. Présentation de la région d'étude (Djelfa)

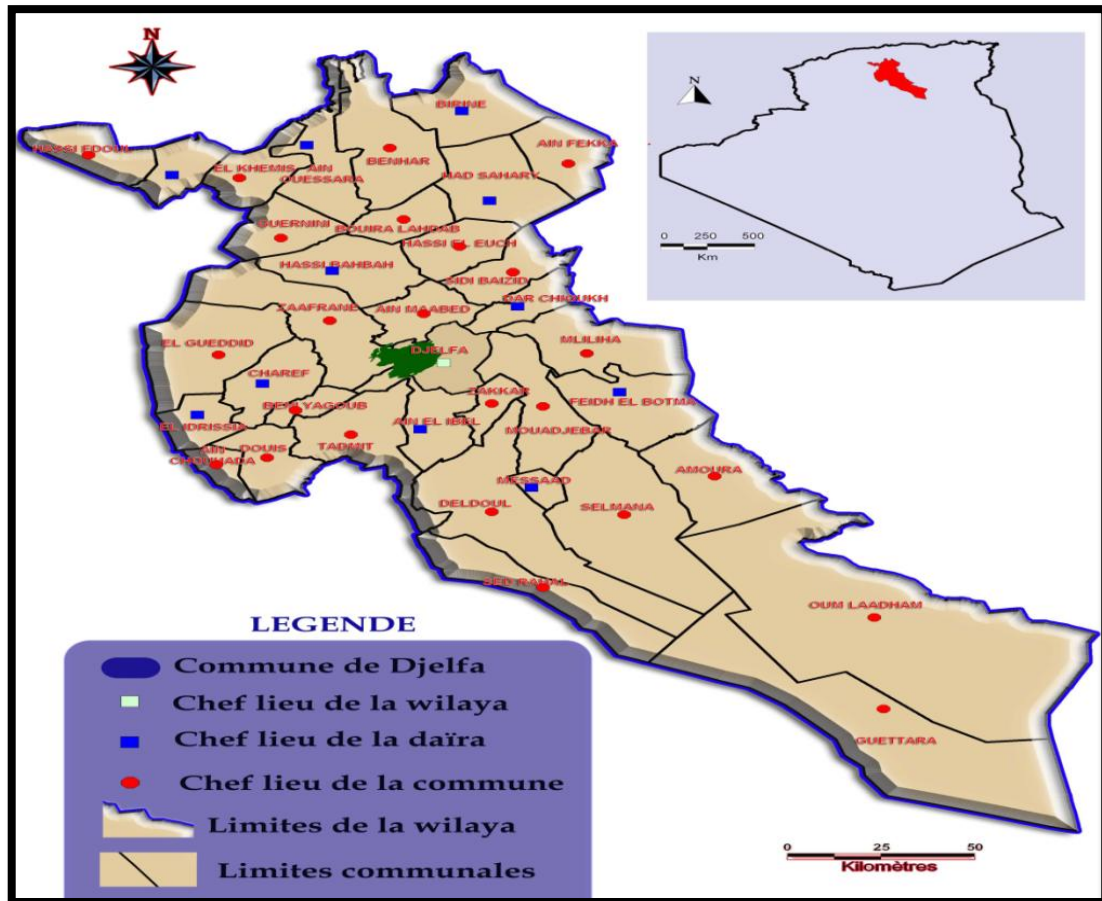
La présentation de la région d'étude est introduite par un aperçu géographique de la région de Djelfa. Elle se poursuit par sa caractérisation physique avec la géologie, L'hydrologie, le climat et enfin des données bibliographiques sur sa biocénose.

### 2.1. Situation géographique des régions d'étude

La wilaya de Djelfa faisant partie de la région des hauts plateaux, elle se situe entre 2°et 5°de longitude Est et entre 33 ° et 35° de latitude Nord. Elle s'étend sur une superficie totale de 32.280,41 Km<sup>2</sup> représentant 1.36 % de la superficie totale du pays.

A la faveur du découpage administratif de 1974, cette wilaya se compose actuellement de 36 communes regroupées en 12 Daïrates. Elle se limite au Nord par Médéa et Tissemsilt ; à l'Est par Biskra et M'sila; à l'Ouest par Laghouat et Tiaret ; et au Sud par El-Oued et Ghardaïa (Figure 39).

La wilaya de Djelfa est caractérisée par le point culminant qui se situe à l'Est de la wilaya avec une altitude de 1613 m et le point le plus bas, à l'extrême sud, avec une altitude de 150 m (**C.D.L., 2000**).



**Figure 39 : Localisation de la région d'étude (Djelfa) (Berkani, 2009)**

## 2.2. Géologie et Géomorphologie

### 2.2.1. Géologie

Selon **Bencherif** en **2010**, l'atlas saharien est marqué par deux traits majeurs : L'alternance des roches dures et des roches tendres structurent plissé. Le matériel rocheux est constitué essentiellement de terrain crétacé, qui est pratiquement depuis le néocomien jusqu'à le sénonien à l'exception du gargasien et du barrémien (**B.N.E.F., 1984**).

- Selon **B.N.E.F. (1984)**, la région est constituée de grands ensembles de formations, celles des crétacés se décomposent comme suit :
- **Le Sénonien** : Constitué de l'alternance de marnes et du calcaire tuffeau, ce dernier se localise au sud du mont Sénalba, ainsi que dans la vallée d'oued Zoubia.
- **Le Turonien** : Constitué du calcaire très dur, il forme la crête du mont Sénalba.
- **Le Cénomani** : Repose directement sur l'albien et est constitué de bancs marneux et de grés, sa base est une formation de calcaire.
- **L'albien** : Constitué par un complexe de grés en bancs de un à plusieurs mètres d'épaisseur.

- **L'agro-optien** : Est composé de plusieurs bancs calcaires alternants avec des bancs marneux et contient plusieurs fossiles. Cette formation constitue la crête du mont Haouas, qui s'enfuit sous les couches albiennes pour réapparaître plus loin au sud au niveau de Salaaord-El-Beida.
- **Le Néocomien** : Est caractérisé par des faciès marneux peu profonds, constitués par des marnes détritiques, grès fins et argiles versicolores et calcaires en petit bancs, il est enfui en profondeur.
- **Le Quaternaire** : Est constituée d'alluvions anciens et récents, et moyens localisés dans les bas-fonds et les terrasses d'oueds.

### 2.2.2. Géomorphologie

Le synclinal de Djelfa s'est constitué au-dessus de la série marno-calcaire du sénonien qui fût remblayé par les argiles rouges du miopliocène. Des colluvionnements épais et des éboulis encroutés sous forme de glacis d'érosion recouvrent le miopliocène (R.C.D., 2002).

Elle est constituée de deux formations du quaternaires qui ont été remarquées sur le terrain : les formations de quaternaire moyen et les formations du quaternaire récent (Benmelouka et Souyad, 2004).

### 2.3. Les Reliefs

D'après Chibane et al., 2010, la région qui fait l'objet de cette étude se caractérise par des reliefs relativement élevés. Les principales chaînes montagneuses qu'on y trouve sont :

- Djebel Shari qui se prolonge à l'Est et culmine à 1484 mètres d'altitude.
- Djebel Sénalba au Nord-ouest avec une altitude d'environ 1489 mètres et s'étend sur 40 Km de longueur.
- Djebel Gharbi et Chergui au Nord-Nord-est avec des altitudes de 1400 et 1450 mètres.
- Djebel Zerga et Tafara au Sud-ouest culminant à 1000 mètres. Ce dernier s'allonge vers le Nord-est pour atteindre 1363 mètres d'altitude.

## 2.4. Les surfaces plus ou moins planes

Selon **Pouget** en **1980** on trouve :

- Les glacis les plus hauts ceux du quaternaire ancien, ils se trouvent dans les dayas au sud de Djelfa, ils correspondent à des glacis à croutes calcaire.
- Les glacis du quaternaire moyen : l'accumulation calcaire est moins importante, ils sont souvent ensablés avec végétations psamophyles.
- Des formes récentes constituées de dépôts alluviaux ou colluviaux.
- Des formations alluviales du quaternaire récent et actuel : sont des terrasses développées des principaux oueds (oued Touil, Messaad, etc.).

## 2.5. Les dépressions

Selon **Smail** en **1991**, il existe deux types de dépressions dans la wilaya : les Dayas et les Zahrez.

- ❖ **Les Dayas** : Elles se forment sur une surface encroûtée du quaternaire ancien. Elles constituent des zones de drainage où l'eau de ruissellement s'accumule pour submerger la surface.
- ❖ **Les Zahrez** : Ce sont des vastes systèmes endoréiques du quaternaire moyen, couvrant plusieurs dizaines de  $K^{m^2}$ , où s'accumulent les eaux de ruissellement salées dans la zone centrale. La centrale, pousse une végétation halophile caractéristique. Le Zahrez gharbi est à une altitude de 827 m et le chergui à 834 m (**Adli et Yousfi, 2001**).

## 2.6. Pédologies

Selon **Pouget** en **1980** les sols de la région de Djelfa sont très peu développés, ils sont dans la plupart des cas soit des sols peu évolués soit des sols calcimorphes.

### 2.6.1. Sols peu évolués

A texture variable, ils sont d'apport alluvial généralement cultivés; ils correspondent aux alluvions déposées très récemment, après la reprise d'érosion ayant succédé aux dernières grandes périodes humides.

### 2.6.2. Sols calcimorphes

Cette série prend sur les calcaires et comprend notamment les rendzines, les sols calcaires avec ou sans encroûtement.

- **Les sols bruns calcaïques :** Se caractérisent essentiellement par un horizon humifère brun-rouge foncé à brun foncé à texture grossière à moyenne, à structure grumeleuse devenant polyédrique non calcaire.
- **Sols bruns calcaires :** En fait, ils ne diffèrent des sols précédents que par la présence de calcaire surtout un début de différenciation d'horizon avec localement accumulation de calcaire (encroûtement et même croûte).

## 2.7. Hydrologie

Le réseau hydrographique est un organisme qui assure le drainage par un système hiérarchisé de collecteurs qui transfèrent les eaux vers les oueds. Le courant d'eau est constant pour une partie de l'année et par un réseau très dense d'oueds et de ramifications secondaires pendant presque toute l'année (**Touill, 2005**).

Le réseau hydrographique est constitué de nombreuses chaabets déversant dans trois directions (**Guetto, 2009**) :

- De l'Ouest vers l'Est : pour alimenter Oued Djelfa.
- De l'Est vers l'Ouest : pour alimenter Oued Oumrdjaine.
- De Sud vers l'Est : pour alimenter Oued el Meguesmat et Oued Amgar.

L'irrégularité des pluies font que les ressources aquifères en surface sont faibles et ont un débit très limité (**Abdelhak et Meftahi, 1992**).

## 2.8. La végétation

Le couvert végétal naturel de la Wilaya est constitué essentiellement de hautes steppes arides avec des vides entre les touffes de végétation sur des sols généralement maigres en contact direct avec la roche mère. Djelfa fait partie globalement de la steppe d'alfa. Les forêts occupent les chaînes de montagnes du Sénalba, du Djebel Azerg et du Djebel Boukahil.

Les principales essences forestières sont le pin d'Alep, le chêne vert et le genévrier du phénicien (arar) et romarin (*Rosmarinus officinalis*). Les pacages et parcours couvrent aussi une aussi superficie très importante de l'ordre de 2.138.100 ha représentant 66,28 % de la superficie totale (**Bencheikh, 2014**).

## 2.9. La faune

Les espèces animales constituant la faune de la wilaya sont très mal connues et peu de données sont disponibles à ce sujet. Cependant, l'existence de certaines espèces est certaine comme le sanglier, le lièvre, la perdrix, le hérisson, la taupe, la vipère à corne et

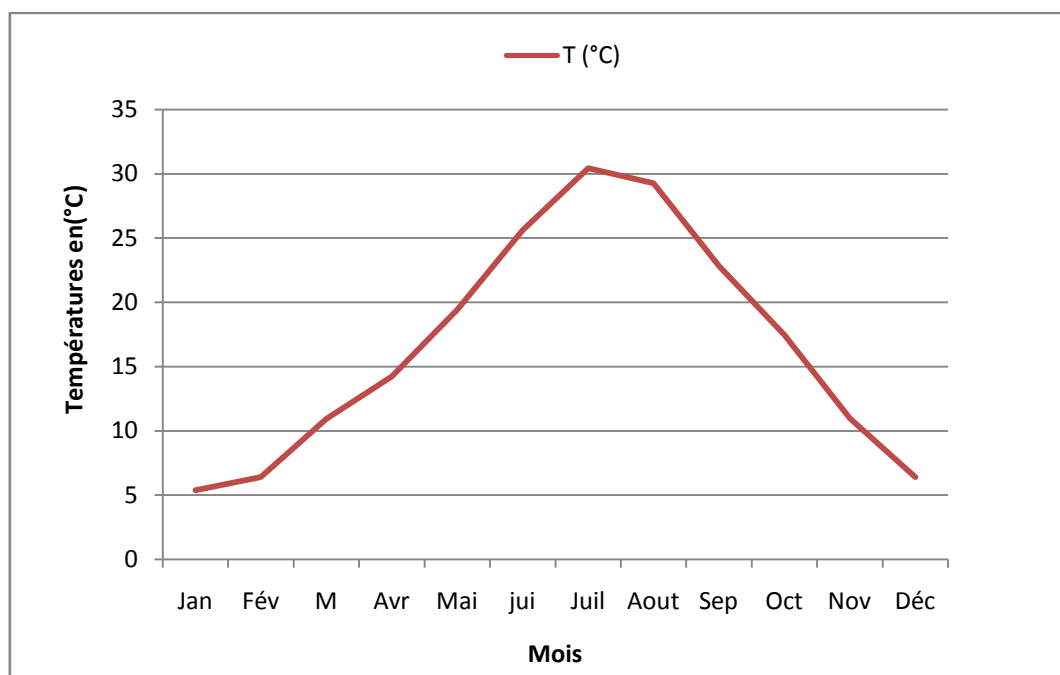
l'aigle ainsi que d'autres espèces existant encore en de très faible quantité ou en voie de disparition comme la gazelle des montagnes, la mangouste et l'outarde (**Kabouche, 2016**)

## 2.10. Caractères climatiques

### 2.10.1. Température

D'après **Barbault** en **2000**, la température a une action majeure sur le fonctionnement et la multiplication des êtres vivants et comme elle varie selon un schéma géographique net.

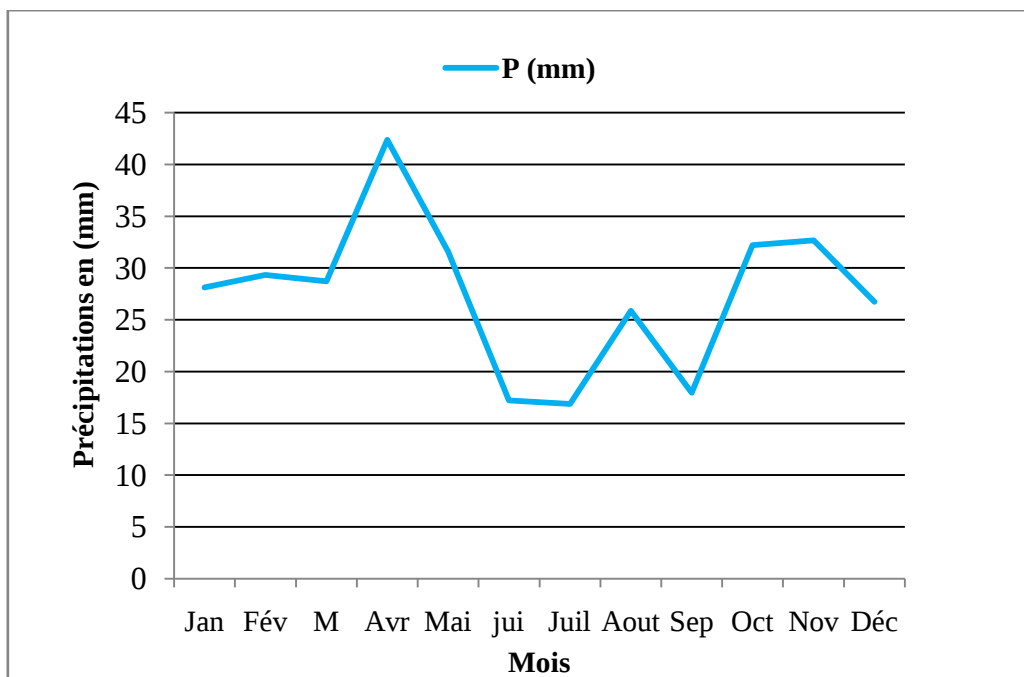
Par l'analyse des données des valeurs enregistrées, on constate que le maximum du mois le plus chaud se situe au mois de juillet avec une moyenne de 30,44°C, alors que le minimum du mois le plus froid se situe en janvier avec une moyenne de 5.36°C (Figure 40).



**Figure 40** : Températures moyennes mensuelles (°C) enregistrées à Djelfa entre 2002-2012 (**O.N.M. Djelfa, 2017**)

### 2.10.2. Précipitation

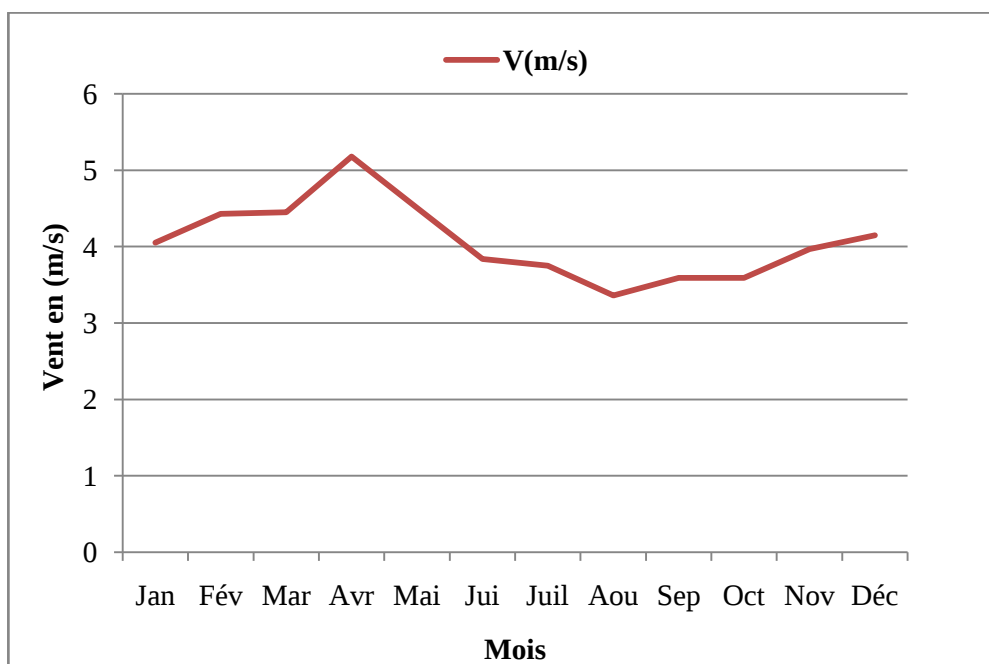
Les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale (**Ramade, 1984**). La région d'étude est marquée par une variabilité des précipitations dans le temps et dans l'espace. A partir des données enregistrées sur une période de 10 ans (2002-2012). La précipitation moyenne annuelle est d'environ 329.76 mm (Figure 41).



**Figure 41 :** Les précipitations moyennes mensuelles enregistrées à Djelfa entre 2002-2012 (O.N.M. Djelfa, 2017)

### 2.10.3. Vent

Le vent est caractérisé par sa vitesse et sa direction. Les vents les plus dominants dans la région d'étude sont de direction nord et de sud-ouest avec une vitesse généralement faible, moins de 5.18 m/s pour la période 2002-2012 (Figure 42).

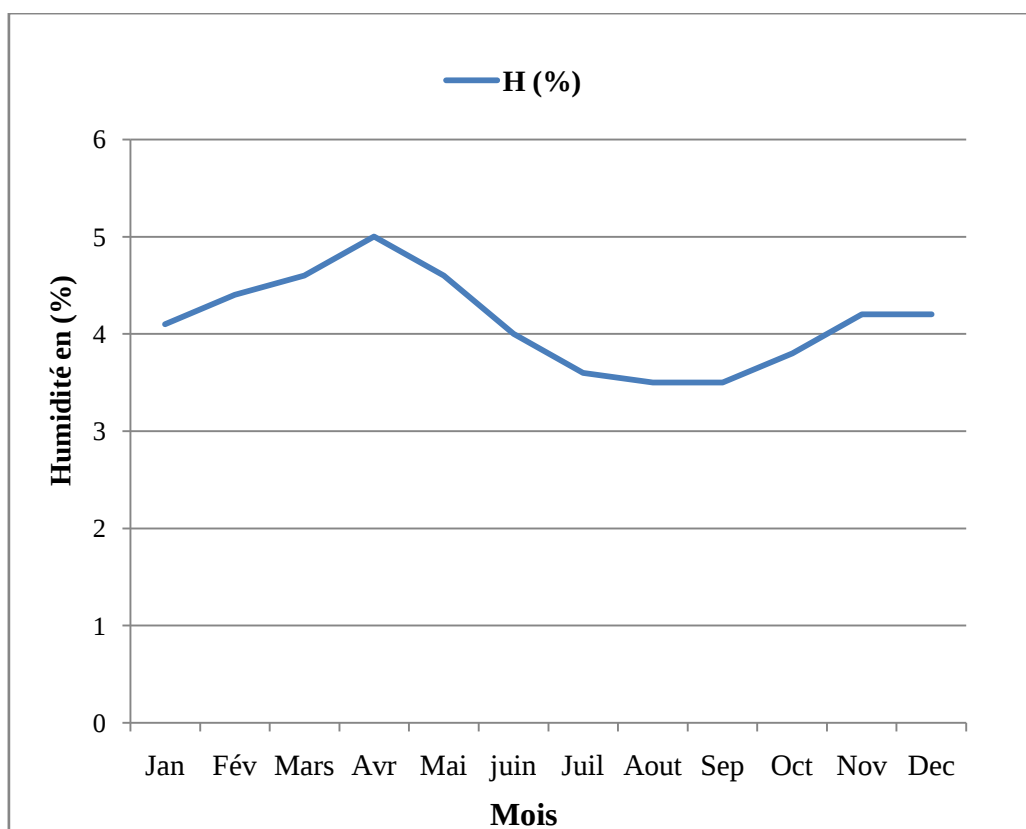


**Figure 42 :** Vitesses moyennes mensuelles de vent, enregistrées à Djelfa entre 2002-2012 (O.N.M. Djelfa, 2017)

#### 2.10.4. Humidité relative de l'air

Selon **Prévost** en **1999**, l'humidité relative de l'air représente la proportion de vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère par rapport à la qualité maximale qui peut être fixée à la température considérée.

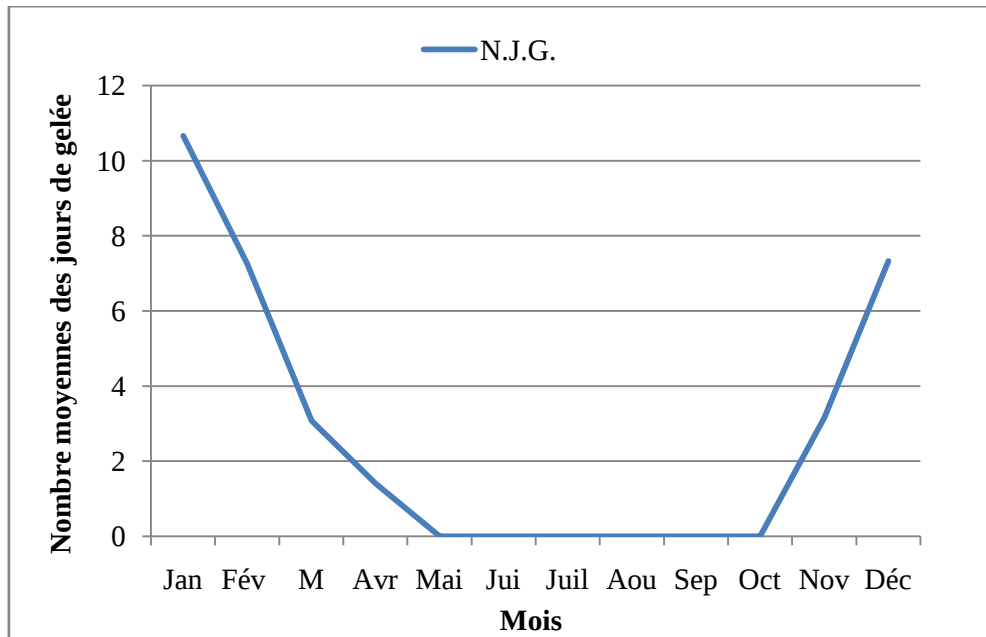
Les données caractérisant l'humidité relative de l'air de la région d'étude durant la période 2002-2012 sont reportées sur le (Figure 43).



**Figure 43:** Les valeurs d'humidité moyennes mensuelles enregistrées à Djelfa entre 2002-2012 (**O.N.M. Djelfa, 2017**)

#### 2.10.5. Gelée

L'action gelée du peut entrainer le flétrissement des plantes, il joue un rôle négatif sur la structure et l'activité des plantes de la région (**Kabouche, 2016**). Les gelées caractérisent la période qui s'étale du mois décembre au mois mars, elles sont provoquées par les baisses extrêmes de températures (Figure 44).



**Figure 44 :** Nombre moyennes des jours de gelée durant la période (2002-2012)  
(O.N.M. Djelfa, 2017)

## 2.11. Synthèse Climatique

### 2.11.1. Diagramme Ombrothermique De Gaussen

Le diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953), est un graphique représentant les caractéristiques d'un climat local par la sur position des figures exprimant d'une part par les précipitations et d'autre part par la température.

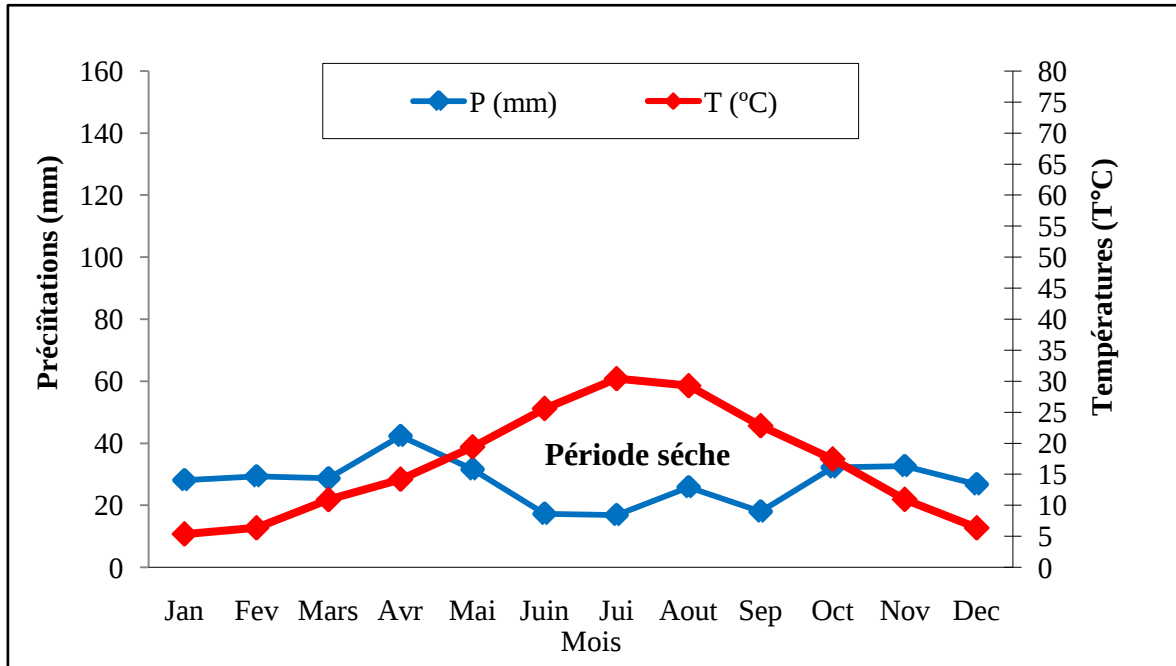
Il permet de poursuivre les variations saisonnières de la réserve hydrique. Il est représenté :

- En abscisses par les mois de l'année ;
- En ordonnées à gauche par les précipitations en mm ;
- En ordonnées à droite par les températures moyennes en °C ;
- Une échelle de  $P = 2T$ .

La combinaison des variations mensuelles des températures et des précipitations, illustrées par le diagramme Ombrothermique permet de voir le type du climat régional et d'analyser surtout les caractères essentiels des saisons de la zone d'étude.

Le diagramme Ombrothermique décrit mieux les anomalies des précipitations et des températures pour donner deux périodes climatiques au cours de l'année, l'une sèche et l'autre humide.

La période sèche s'étend de mois de Mai jusqu'à le mois d'Octobre et la période humide s'étend de mois de Janvier jusqu'à Mai et d'Octobre jusqu'à le mois Décembre (Figure 45). Donc la région de Djelfa se caractérise par un climat de type méditerranéen qui comporte deux saisons l'une estivale sèche et chaude et l'autre hivernale pluvieuse et froide.



**Figure 45 :** Diagramme Ombrothermique de GAUSSENet BAGNAULS de la région de Djelfa (2002-2012)

### 2.11.2. Climagramme d'Emberger

Le système d'Emberger permet la classification des différents climats Méditerranéens (Dajoz, 1985 ; 2003). Cette classification fait intervenir deux facteurs essentiels, d'une part la sécheresse représentée par le quotient pluviométrique  $Q_2$  en ordonnées et d'autre part la moyenne des températures minimales du mois le plus froid en abscisses. Il est défini par la formule simplifiée suivante (Stewart, 1969) :

$$Q_2 = 3.43 \times \frac{P}{(M - m)}$$

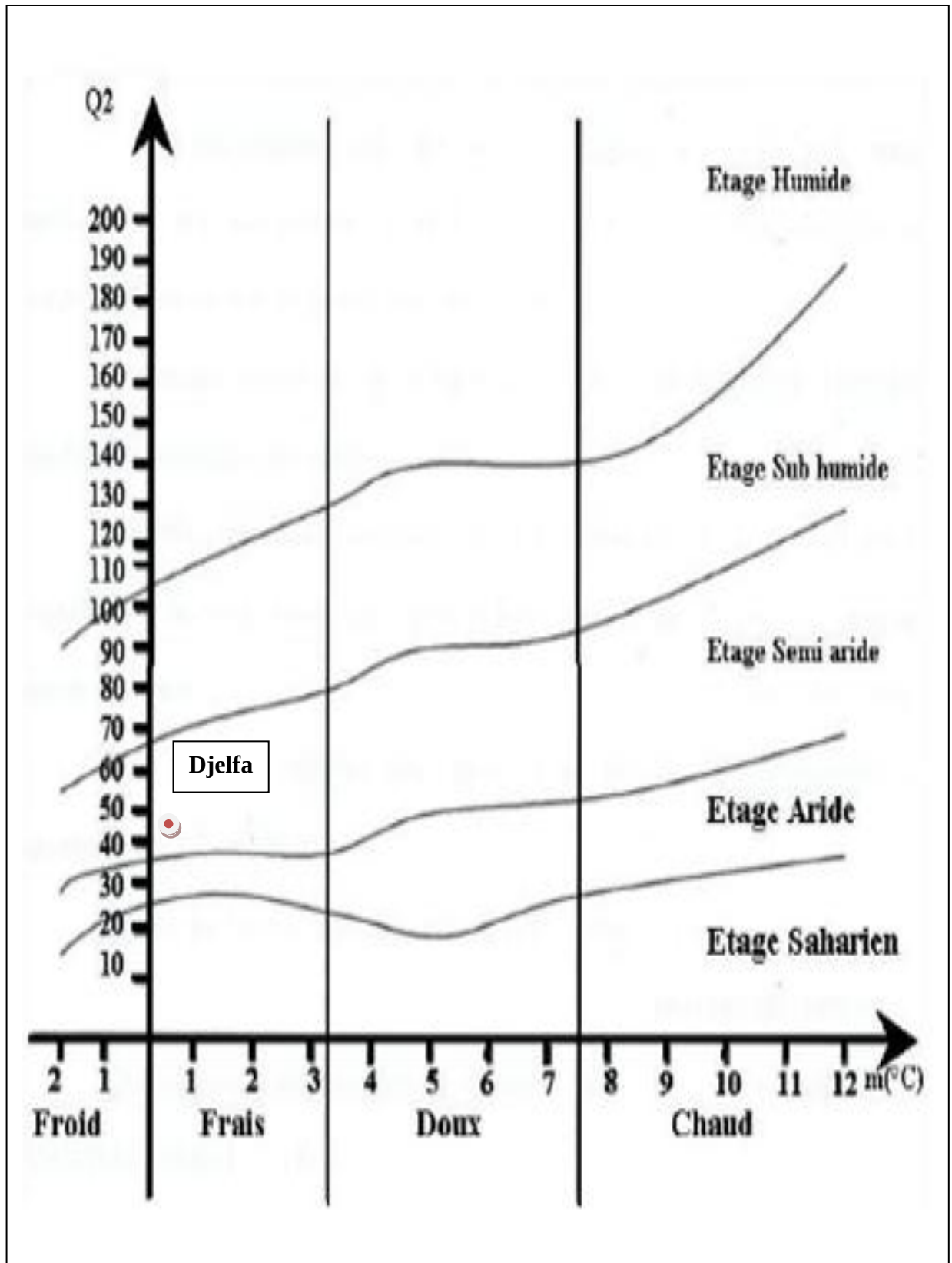
P : précipitations annuelles en mm.

M : moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (°C)

m : moyenne des températures minimales du mois le plus froid (°C)

Dans notre cas :  $Q_2 = 45,09$

Selon la valeur de  $Q_2$ , la zone d'étude est classée dans l'étage bioclimatique semi aride à hiver frais (Figure 46).



**Figure 46 :** La situation de Djelfa dans le Climagramme d'Emberger (1955)

# **Chapitre 03**

## **Matériel et Méthodes**

Nous nous sommes proposé d'étudier l'activité larvicide des extraits méthanoliques, des huiles essentielles et des extraits aqueux de plantes médicinales sur les larves des Culicidées issues de différents gîtes de la ville de Laghouat.

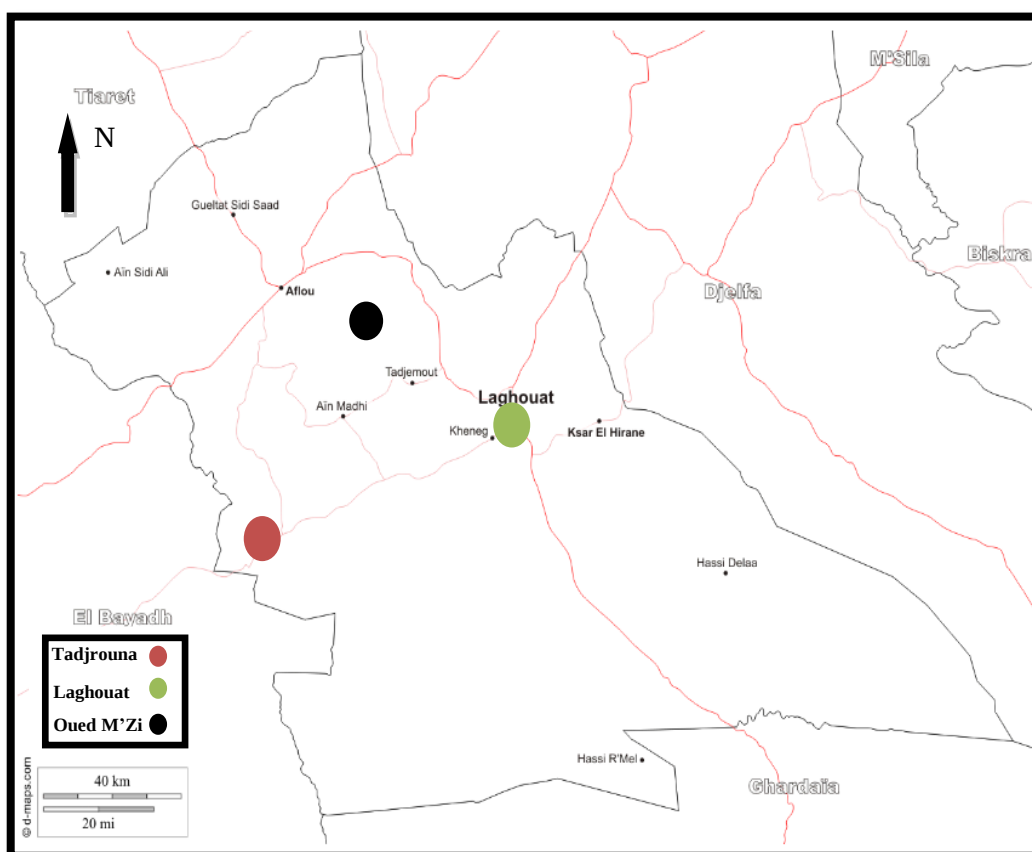
Ce travail a été réalisé en deux parties :

La première partie concernant l'extraction des huiles essentielles et l'obtention des extraits méthanoliques (Organiques) et les extraits aqueux à partir des deux plantes, s'est déroulée au niveau de Laboratoire du département de la biologie et Laboratoire de recherche de l'université de Laghouat.

La deuxième partie concerne l'activité larvicide des plantes médicinales sur les espèces du Culicidées.

### I. Choix des sites d'échantillonnage des moustiques

L'échantillonnage des moustiques a été effectué dans la région de Laghouat et plus précisément au niveau de trois sites (Figure 47), trois types de site sont retenus : un site urbain (au centre la ville), un site péri-urbain (à la périphérie de la ville), et un site rural.



**Figure 47 : Localisation des sites d'étude (A.N.D.I., 2013)**

Après l'examen de l'environnement des sites d'étude, trois gîtes potentiellement favorables au développement des larves des moustiques ont été retenus :

Un gîte urbain, un gîte péri-urbain et deux gîtes ruraux.

- ✚ Un gîte urbain en plein centre de la faculté de Médecine au niveau de l'université AMMAR TELIDJI. centre de la faculté des sciences, c'est un gîte ouvert.
- ✚ Un gîte péri-urbain : à Oued M'zi, C'est un gîte ouvert, présentant de l'eau claire caractérisée par des végétations basses dispersées par des sols sableux.
- ✚ Un gîte rural : à Lalmaya, commune de Tadjrona, située à 89 km du chef-lieu de wilaya de Laghouat.

➤ **Les critères retenus pour le choix des gîtes sont :**

- Présence des gîtes étudiées larvaires au niveau de la wilaya de Laghouat.
- Présence d'une forte densité larvaire du genre *Culesita* dans le gîte (C'est un genre cosmopolite et le plus abondant et résistant) Selon les études précédentes.



**Photo 08 : Gite de Lalmaya (Original, 2017)**



**Photo 09 :** Gite de l'Université Laghouat (Original, 2017)



**Photo 10 :** Gite du de *Culiseta* Oued M'zi (Original, 2017)

## II. Choix des sites d'échantillonnage des plantes médicinales

Le site appartient à une région montagneuse et froide c'est le site de « Guetia », caractérisé par une frappante et belle nature, s'éloigne de la daïra de Charef (Djelfa) d'environ 07 km au sud, et de la Commune de Djelfa de 45 km.

Les coordonnées de ce site sont : 34°34'53.12" N, 2°48'33.06"E et une altitude de 1259 m. Elle est caractérisée par une diversité importante en matière d'arbre comme le pin d'Alep, romarin, chêne vert, genévrier de Phénicie et d'eucalyptus (Figure 48).

### ✚ Les critères retenus pour le choix de site sont :

- Région montagneuse à altitude importante.
- Les conditions climatiques sont favorables au développement des plantes.
- diversité importante en matière d'arbre.
- Les deux espèces choisies sont les plus fréquentes dans cette région.



**Figure 48** : La localisation du site d'échantillonnage des plantes (Google Earth, 2017)

### III. Matériel biologique

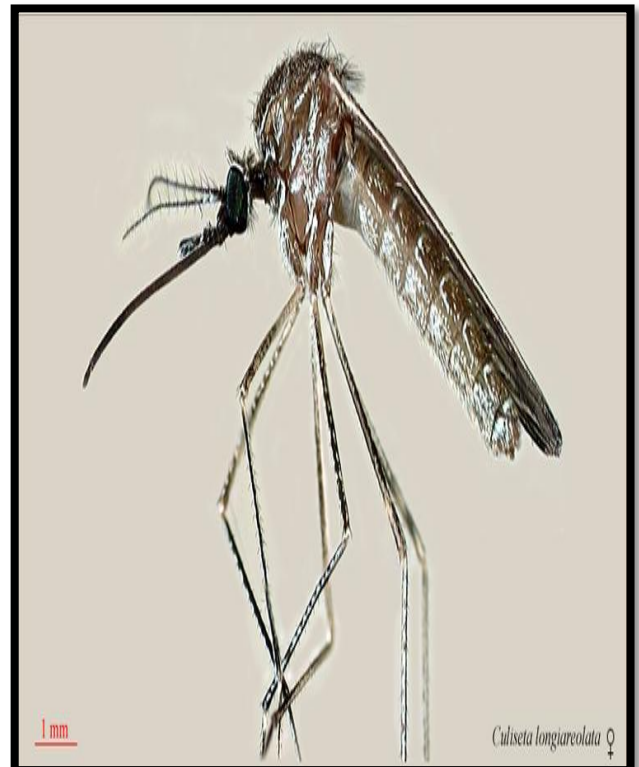
#### 3.1. Modèle biologique 1 : Les larves de *Culiseta longireolata*

##### 3.1.1. Choix des larves

Nous nous sommes intéressés à étudier le genre *Culiseta* du fait qu'il est le vecteur potentiel du virus West-Nile des oiseaux et est responsable de plusieurs nuisances.

##### 3.1.2. Position systématique du *Culiseta longireolata* selon Meigen (1818)

**Règne :** Animal  
**Sous. Règne :** Métazoaires  
**Embranchement :** Arthropodes  
**Sous. Embranchement :** Antennates  
**Classe :** Insectes  
**Sous. Classe :** Ptérygotes  
**Ordre :** Diptères  
**Sous. Ordre :** Nématocères  
**Infra. Ordre :** Culicomorpha  
**Super. Famille :** Culicoidae  
**Famille :** Culicidae  
**Sous. Famille :** Culicinae  
**Genre :** *Culiseta*  
**Espèce :** *Culiseta longireolata*



#### 3.2. Modèle biologique 2 : les plantes médicinales

##### 3.2.1. Choix des plantes

Le choix des plantes est basé sur :

- Se sont des plantes endémique.
- Utilisations traditionnelles des plantes par la population locale.
- Absence de ces plantes à la proximité des gîtes larvaires.

### 3.2.2. Position systématique du Romarin : (Quezel et Santa, 1963)

**Règne :** Plantae

**Embranchement:** Spermaphytes

**Sous embranchement:** Angiospermes

**Classe :** Dicotylédones

**Sous classe :** Gamopétales

**Ordre :** Lamiales

**Famille :** Lamiaceae

**Genre :** Rosmarinus

**Espèce :** *Rosmarinus officinalis*



Original, 2017

### 2.2.3. Position systématique de Genévrier : (Haluk et Roussel, 2000)

**Règne :** Plantae

**Embranchement :** Spermaphytes

**Sous-embranchement :** Gymnospermes

**Classe :** Coniferiidae

**Ordre :** Cupressales

**Famille :** Cupressacée

**Sous famille :** Cupressoidées

**Genre :** Juniperus

**Espèce :** *Juniperus phoenicea* L



Original, 2017

#### IV. Matériel et produits utilisés

**Tableau 06 :** Matériels et produits utilisés

| Matériel utilisée     | Produits utilisée                 |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Boite de pétrie,      | Eau distillé                      |
| Boite en plastique    | NAOH                              |
| Pipette en plastique  | Glycérine                         |
| Micropipette          | Tween 80                          |
| Microscope optique    | Méthanol                          |
| Loupe binoculaire     | DMSO                              |
| Lame et lamelle       | Produit conservateur (Silica gel) |
| Tubes à essai         | Algue de poisson                  |
| Eprouvette            | Vernis                            |
| Mortier               | Plante du Romarin                 |
| Rotavapeur            | Plante du Genévrier               |
| Balance               |                                   |
| Etuve                 |                                   |
| Clivenger             |                                   |
| Tamis                 |                                   |
| Mixeur                |                                   |
| Bouteilles d'eau      |                                   |
| Falcon en verre       |                                   |
| Agitateur mantiques   |                                   |
| Papi filtre           |                                   |
| Entonnoir             |                                   |
| Place chevons         |                                   |
| Cage en pois          |                                   |
| Comparés              |                                   |
| Boit plastique louche |                                   |

## V. Méthode d'échantillonnage des populations Culicidiennes

Nos échantillonnages ont eu lieu durant les mois d'Avril et Mai 2017 en plusieurs fois par semaine. C'est une période qui coïncidé avec l'éclosion des œufs des Culicidées ; au départ trois sites : urbain, ruraux et préurbain devaient être échantillonnées dans chaque région (Laghouat, Tadjrona, Oued M'zi).

### 5.1. Echantillonnage des œufs de Culicidées

Les œufs sont solidarisés au moment de la ponte, ils forment ainsi une nacelle. Cette dernière est sous forme de petits fragments de couleur noire qui se déposent de manière horizontale sur la surface de l'eau. Nous les récupérons dans une boîte à l'aide d'une louche (photo 11).



**Photo 11** : Elevage des œufs (nacelle) (Original, 2017)

### 5.2. Echantillonnage des larves de Culicidées

L'échantillonnage des larves se fait en utilisant la méthode de coup de louche (**Dipping**) (**Rioux et al., 1965**). Cette méthode, simple a priori, consiste à plonger, en plusieurs endroits du gîte larvaire, un récipient de capacité connue.

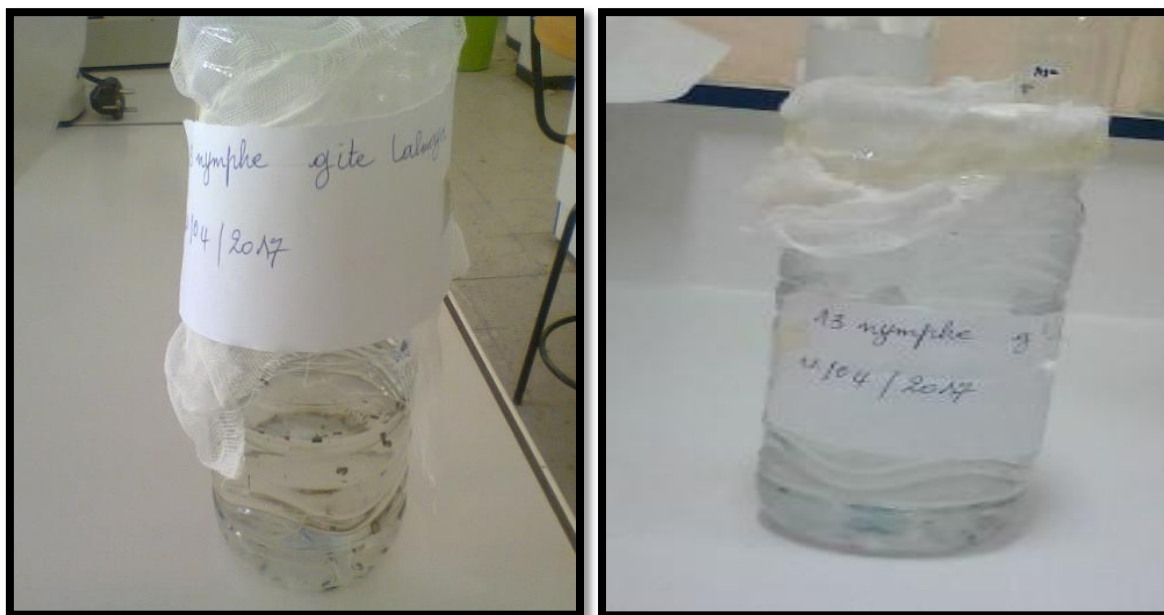
Les spécimens larvaires et nymphales ont été collectés avec une louche d'une capacité de (1L) (Photo 12). L'opérateur se déplace, face au soleil. A un mètre du prélèvement, il reste immobile pendant quelques secondes pour permettre aux larves et nymphes de reprendre leur activité normale, plongée la louche par un manche en bois

doucement sous l'eau avec une inclination de 45° environ par rapport à la verticale et la retire d'un mouvement uniforme en évitant les remous. Le contenu de la louche a été versé à chaque fois dans un récipient qui porte une étiquette indiquant le lieu et la date du prélèvement. Les spécimens collectés ont été transportés au laboratoire où règnent des conditions normales de température ambiante. Les larves du stade 1 et 2 et 3 ont été séparées de celles des stades 4 et des nymphes à l'aide d'une pipette compte goutte (Mohanty *et al.*, 2008).



**Photo 12 :** Méthode d'échantillonnage des larves de Culicidées (Original, 2017)

Les larves regroupées sont élevées dans des récipients contenant de l'eau du gîte considéré et nourries avec 0,04 g de mélange biscuit 75 % levure 25 % ou bien les algues de poisson, jusqu'à quatrième stade larvaire. Ensuite, elles sont triées par espèce, dénombrées et déterminées. Les pupes (nymphes) récoltées ont été mises en élevage dans l'eau des gîtes respectifs jusqu'à l'émergence afin d'obtenir des adultes qui ont été également identifiés (Photo 13).



**Photo 13 : Elevage des nymphes (Original, 2017)**

## **VI. Méthode d'identification des moustiques**

### **6.1. Montage des lames et identification des larves (Voir les annexes)**

Seules les larves ayant atteint le quatrième stade font l'objet d'une identification fiable. Le montage proprement dit a pour but d'observer les spécimens sous microscope optique. Les larves subissent des bains de 48 heures dans la solution de NaOH à 10 % (10 g de NaOH + 100 ml d'eau distillée) afin d'éclaircissement des larves. Cette étape est suivie par trois bains successifs d'eau distillée. Puis on procède au montage entre lame et lamelle fixé par vernis d'ongle transparent avec une goutte de la glycérine. Cette microgoutte aide à évacuer les bulles d'air qui sont susceptibles de se former après sont observées et identifiées sous microscope optique à l'aide d'un logiciel d'identification (Les Culicidées de l'Afrique Méditerranéenne).

### **6.2. Montage des lames et identification des adultes (Voir les annexes)**

Les nymphes sont élevées dans des tubes à essai contenant l'eau de gîte et fermé avec des bouchons ouverts par des trous Jusqu'à l'émergence, puis sont tués par le froid (un quart d'heure).

Avant de les monter, les adultes sont conservés dans des petits tubes secs contenant un produit conservateur (Silica gel) et un morceau de coton puis identifier sous la loupe binoculaire à l'aide d'un logiciel d'identification (Les Culicidées de l'Afrique Méditerranéenne).

## VII. Récolte et préparation des plantes

### 7.1. Récolte des plantes

En fait la récolte de deux plantes dans diffèrent saisons froid et printemps.

- *Rosmarinus officinalis* récolté dans la région de Guetia wilaya de Djelfa (Mois de Janvier et Mars 2017).
- *Juniperus phoenicea* récolté dans la région de Guetia wilaya de Djelfa (Mois de Janvier et Mars 2017).

### 7.2. Séchage des plantes

La matière végétale (Feuilles et fleurs) a été séchée à l'air libre sur des papiers et dans un endroit à l'abri de la lumière et l'humidité, pendant quatre jours à une semaine (Photo 14).



**Photo 14 : Séchage des plantes (Original, 2017)**

### 7.3. Broyage des plantes

Les feuilles des espèces végétales ont été ensuite broyées à l'aide d'un mortier et un mixeur électrique puis les tamiser jusqu'à l'obtention d'une poudre fine (Photo 15).



**Photo15:** Broyage des plantes (Original, 2017)

## VIII. Préparation de l'extrait méthanoliques

### 8.1. Mode opératoire

L'extrait méthanolique des deux plantes a été préparé à partir de 20 g de poudre des feuilles qui a été mise à macérer dans 200 ml de méthanol puis agiter sur un agitateur magnétique pendant 24 h. Ensuite la solution a été filtrée sur un papier filtre deux fois successive et le solvant a été récupéré du filtrat par évaporation dans un rota-vapeur, à une température de 45°C et Mélanger les résidus avec DMSO une fois les E.M obtenues, ils sont conservées dans un flacon en verre qui est couvrir par un papier d'aluminium dans un réfrigérateur pour éviter toute dégradation des extraites methanoliques due à l'action de l'air et de la lumière (Figure 49).

### 8.2. Calcul du rendement

Le rendement de la plante en extraits est le rapport entre le poids de l'extrait et le poids de la plante à traiter (Carré, 1953). Le rendement qui est exprimé en pourcentage a été calculé par la formule suivante:

$$Rd = P_E / P_A \times 100$$

Où

R d= Rendement de l'extrait en pourcentage

P<sub>E</sub>= Poids de l'extrait en gramme

P<sub>A</sub>= Poids de la plante en gramme

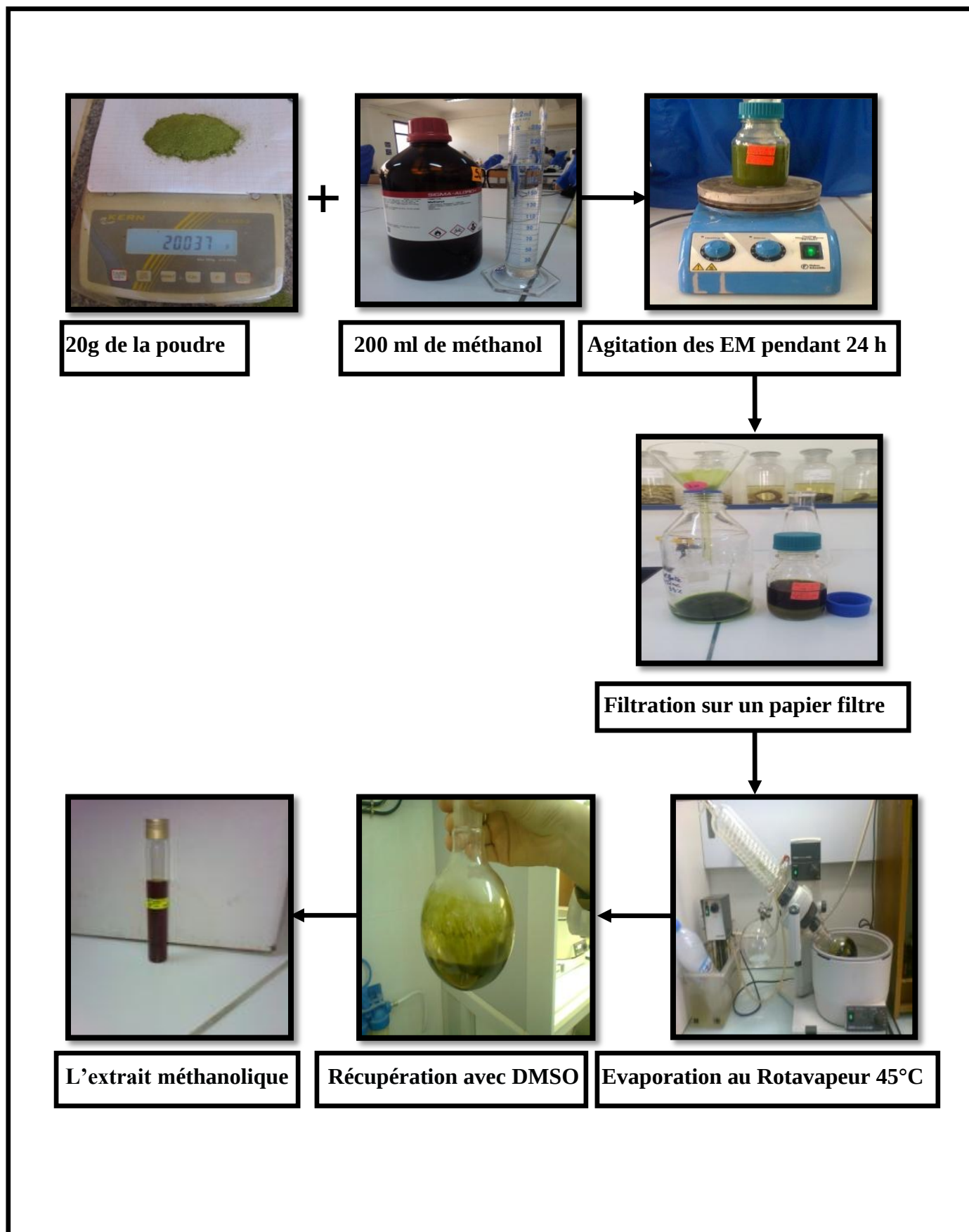


Figure 49 : Protocole de préparation de l'extrait méthanolique (Original, 2017)

## IX. Préparation des extraits aqueux

### 9.1. Mode opératoire

L'extrait aqueux des deux plantes a été préparé à partir de 100 g de poudre des feuilles qui a été mise à macérer dans (1L) d'eau distillée préalablement portée à ébullition, puis laisser refroidir avec agitation pendant 15 min. Ensuite la solution a été filtrée sur un papier filtre deux fois successive et le solvant a été récupéré du filtrat par évaporation dans un rota-vapeur, à une température de 60°C et Mélanger les résidus avec l'eau distillée une fois les extraits aqueux obtenues, ils sont conservées dans un flacon en verre qui est couvrir par un papier d'aluminium dans un réfrigérateur pour éviter toute dégradation des extraits aqueux due à l'action de l'air et de la lumière (Figure 50).

### 9.2. Calcul du rendement

Le rendement de la plante en extraits est le rapport entre le poids de l'extrait et le poids de la plante à traiter (**Carré, 1953**). Le rendement qui est exprimé en pourcentage a été calculé par la formule suivante:

$$Rd = P_E / P_A \times 100$$

Où

R d= Rendement de l'extrait en pourcentage

P<sub>E</sub>= Poids de l'extrait en gramme

P<sub>A</sub>= Poids de la plante en gramme

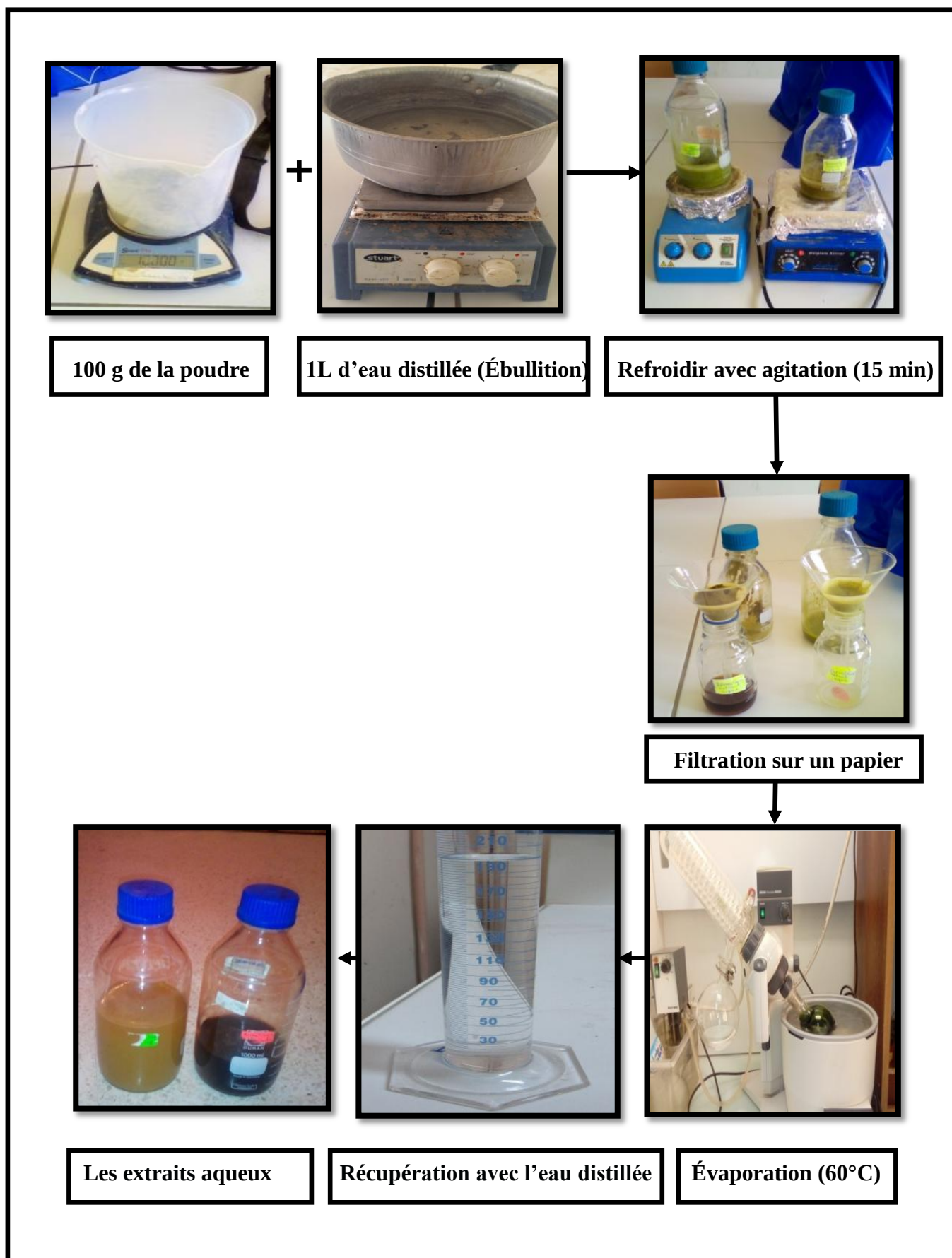


Figure 50 : Protocole de préparation des l'extraits aqueux (Original, 2017)

## X. Préparation des huiles essentielles

### 10.1. Mode opératoire

Les huiles essentielles (HE) ont été isolées par hydrodistillation. En utilisant un appareillage de type Clevenger (Figure 51) L'extraction a duré presque 8 heures pour un mélange de 150 g de matériel végétal sèche (Feuille) de Genévrier de phénicie dans le premier ballon et feuille de Romarin dans l'autre ballon avec 1000 ml d'eau distillée, l'ensembles est ensuite porté à ébullition ,le ballon à 3 cols ou fiole d'un litre surmonte d'une colonne de 60 cm de longueur reliée à un réfrigérant. Les vapeurs chargées d'huile et qui traversent le réfrigérant, se condensent et chutent dans une ampoule à décanter. L'eau et l'huile se séparent par différence de densité.

Les huiles essentielles recueillies par décantation à la fin de la distillation a été filtrée en présence de sulfate de sodium (NaSo4) pour éliminer les traces d'eau résiduelles et l'huile essentielle de deux plantes sera par la suite récupérée et stockée à 4° C à l'obscurité dans un flacon approprié, hermétiquement fermé et couvert d'une feuille d'aluminium pour la préserver de l'air et de la lumière. La quantité d'essence obtenue est pesée pour le calcul du rendement.

### 10.2. Calcul du rendement

Le rendement en H.E est défini comme étant le rapport entre la masse d'H.E obtenue après l'extraction (M') et la masse sèche du matériel végétal utilisée (M) (Afnour, 1986). Le rendement est exprimé en pourcentage, et il est donné par la formule suivante :

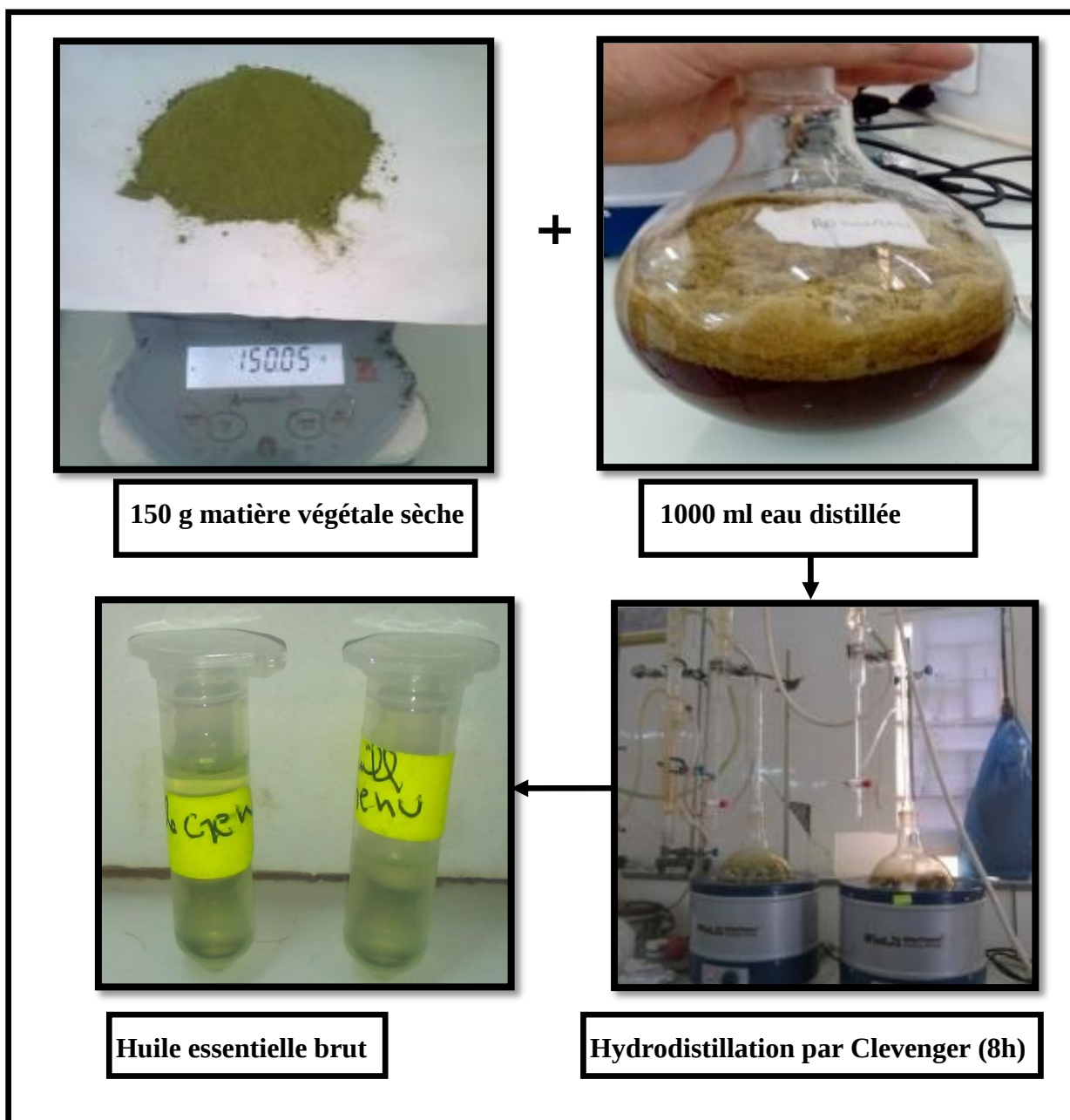
$$R d \% = (M' / M) * 100$$

Où

Rd : Rendement de l'extrait en pourcentage.

M' : masse de l'huile essentielle obtenue en gramme.

M : masse de la plante utilisée en gramme.



**Figure 51 : Protocole de préparation des huiles essentielles (Original, 2017)**

## 9.2. Préparation des solutions à partir des huiles essentielles

À partir des solutions mères d'H.E de chaque échantillon ont été prélevées 500  $\mu$ l et ont été préparées dans 4.5 ml Tween 80 (1%) à partir desquelles ont été réalisées des concentrations expérimentales prêtes à être testées.

## XI. Tests de toxicité

La méthodologie de nos tests a été inspirée de la technique des tests de sensibilité normalisés par l'Organisation Mondiale de la Santé (**O.M.S., 1963**) adoptée pour tester la sensibilité des larves.

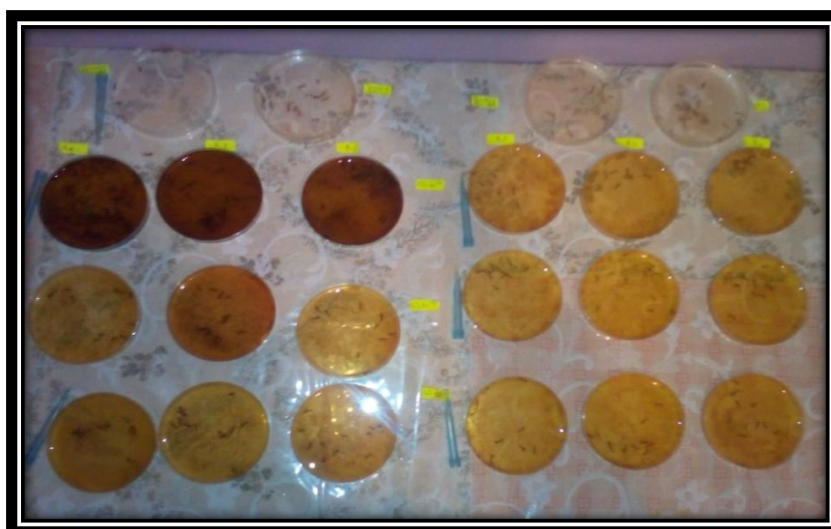
### 11.1. Détermination de l'effet larvicide des extraits méthanoliques (Organique) sur *Culiseta longireolata*

#### ➤ Protocole d'expérimentation

Pour chaque plantes préparer 11 boîte de pétrie de 90 mm du diamètre chaque boîte contient 10 larve du stade 4 ont été prélevées à l'aide d'une pipette plastique, chaque boîte de pétrie contenant 40 ml de l'eau de gîte puis en prélevé le même volume de l'eau de gîte et remplacé par un volume de différent concentration létal de l'extrait méthanolique plus la nourriture les algues. Le même nombre des larves a été placé dans une boîte de pétrie témoin contenant la solution de DMSO pure et une boîte de pétrie témoin contenant l'eau de gîte. Trois répétitions ont été réalisées pour chaque concentration ainsi que pour le témoin (Tableau 07). Les taux de mortalité ont été évalués après 24 h, 48 h et 72 h (Photo 16). Les concentrations ont été calculées pour chaque temps.

**Tableau 07 :** Les concentrations des extraits méthanolique des plantes

| Plantes médicinales          | <i>Rosmarinus officinalis</i> | <i>Juniperus phoenica</i> |
|------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Les concentrations<br>(ml/L) | 12.5                          | 25                        |
|                              | 30                            | 35                        |
|                              | 40                            | 45                        |

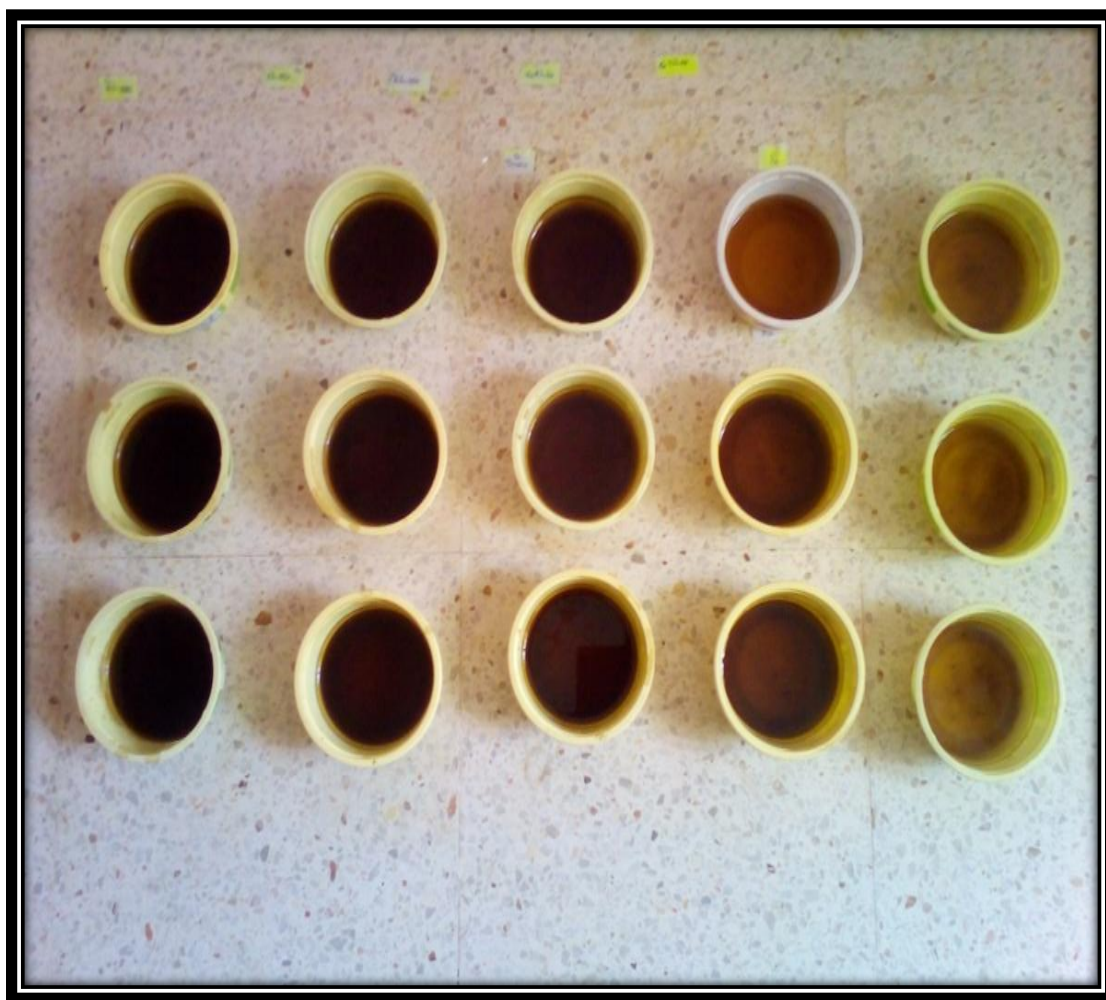


**Photo 16 :** Test de toxicité des extraits méthanoique sur les larves de *Culiseta longireolata* (Original, 2017)

### 11.2. Détermination de l'effet larvicide des extraits aqueux (Organique) sur les larves de *Culiseta longireolata*

#### ➤ Protocole d'expérimentation

À partir du filtrat récupéré de chaque préparation des deux plantes, Cinq concentrations (10 ml/L – 20 ml/L – 30 ml/L – 40 ml/L – 50 ml/L) ont été testées sur les lots du quatrième stade larvaire de *Cultistea longireolata*. Les tests sont réalisés dans des boîtes rondes en plastique de diamètre 10 cm et 7 cm de hauteur, contenant chacune 100 ml d'eau de gîtes et 10 larves et la nourriture les algues. Trois répétitions ont été effectuées, avec les témoins associés. Les taux de mortalité ont été évalués après 24h, 48h et 72 h (Photo17). Les concentrations ont été calculées pour chaque temps.



**Photo 17 :** Tests de toxicité sur les larves de *Culiseta longireolata*

(Original, 2017)

### 11.3. Détermination de l'effet larvicide des huiles essentielles sur les larves de *Culiseta longireolata*

#### ➤ Protocole d'expérimentation

Pour chaque plantes préparer 17 boîtes de pétrie de 90 mm du diamètre chaque boîtes contient 10 larves du stade 4 ont été prélevées à l'aide d'une pipette plastique, chaque boîte de pétrie contenant 40 ml de la solution (eau de gites + solution mère d'huile essentielle et la nourriture) qui différent par la concentration (25 µl/L - 125µl/L – 250 µl/L -375 µl/L - 500 µl/L), Le même nombre des larves a été placé dans une boîte de pétrie témoin contenant la solution de tween 80 (préparé à 1%) à une concentration de 5 ml/L d'eau de gites . Trois répétitions ont été réalisées pour chaque concentration ainsi que pour le témoin. Les taux de mortalité ont été évalués après 24h, 48h et 72 h (Photo 18). Les concentrations ont été calculées pour chaque temps.



**Photo 18:** Test de toxicité des l'huiles essentielles sur les larves de *Culiseta longireolata*  
(Orignal, 2017)

## XII. Méthode de traitement des résultats

Les résultats obtenus concernant l'effet des deux plantes médicinales sur les larves de moustiques de quatrième stade ont été traités par Excel.

# **Chapitre 04**

## **Résultats et Discussion**

Nous avons examiné les résultats obtenus durant la période qui s'est étendue du mois de Mars au mois de Mai 2017 pendant laquelle nous avons conduit des échantillonnages sur terrain et des expériences au laboratoire.

## I. Inventaire des espèces rencontrées

L'espèce *Culiseta longiareolata* est une espèce à large répartition. Elle est très commune dans toute l'Afrique méditerranéenne, se trouve principalement dans des gîtes larvaires de types très variés (bassins, abreuvoirs, puits abandonnés, trous de rochers, rizières, canaux...) mais l'eau y est toujours stagnante et généralement riche en matières organiques. Ces gîtes sont permanents ou temporaires, ombragés ou ensoleillés, remplis d'eau douce ou saumâtre, propre ou polluée. Un aussi large spectre de possibilités rend bien compte de la vaste répartition et de l'abondance de l'espèce, elle est responsable de la maladie West-Nile des oiseaux (**Brunhes et al. 1999**).

L'examen des Culicidées inventoriés dans les 03 sites des régions de Laghouat (Urbaine, préurbaine et rurale) durant les périodes d'échantillonnage, nous a permis de mettre en relief l'existence d'une seule espèce appartenant de sous-familles Culicinae.

Dans la sous-famille des Culicinae, nous n'avons rencontré qu'une espèce : qui a été récolté à partir du gîte urbain de l'Université et près urbain à Oued M'zi.

Dans le même cadre d'étude, l'espèce *Culiseta longiareolata* a été également identifiée par **Medjdoub en 2015** dans un gîte urbain (Maamoura- Laghouat) ainsi que dans le site rural de Lalmaya où il a pu identifier aussi l'espèce *Anophele labranchiae*.

**Djekidel et Ben bahaz (2016)** ont noté la présence de trois espèces appartenant à deux sous-familles : *Anophilinae* et *Culicinae*. Cependant, l'espèce identifiée sous la sous-famille des *Anophilinae* est *Anophèle surgentii surgentii* au niveau de Lalmaya. Les deux espèces appartenant à la sous-famille des *Culicinae* sont *Culiseta longiareolata* à partir de gîtes urbain (la ville de Laghouat) et préurbain (El khneg) et *Culex hortensis* qui a été récolté à Kef El Maleh.

Par contre, **Largat et Souahlia (2016)** ont noté la présence de neuf espèces dans le site de Lalmaya. A savoir, la sous-famille des Culicinae qui était représentée par quatre espèces, *Culex laticinctus*, *Culex theileri*, *Culex hortensis* et *Culex antennatus* ainsi que la sous-famille des *Anophilinae* représentée par cinq espèces *Anopheles labranchiae*,

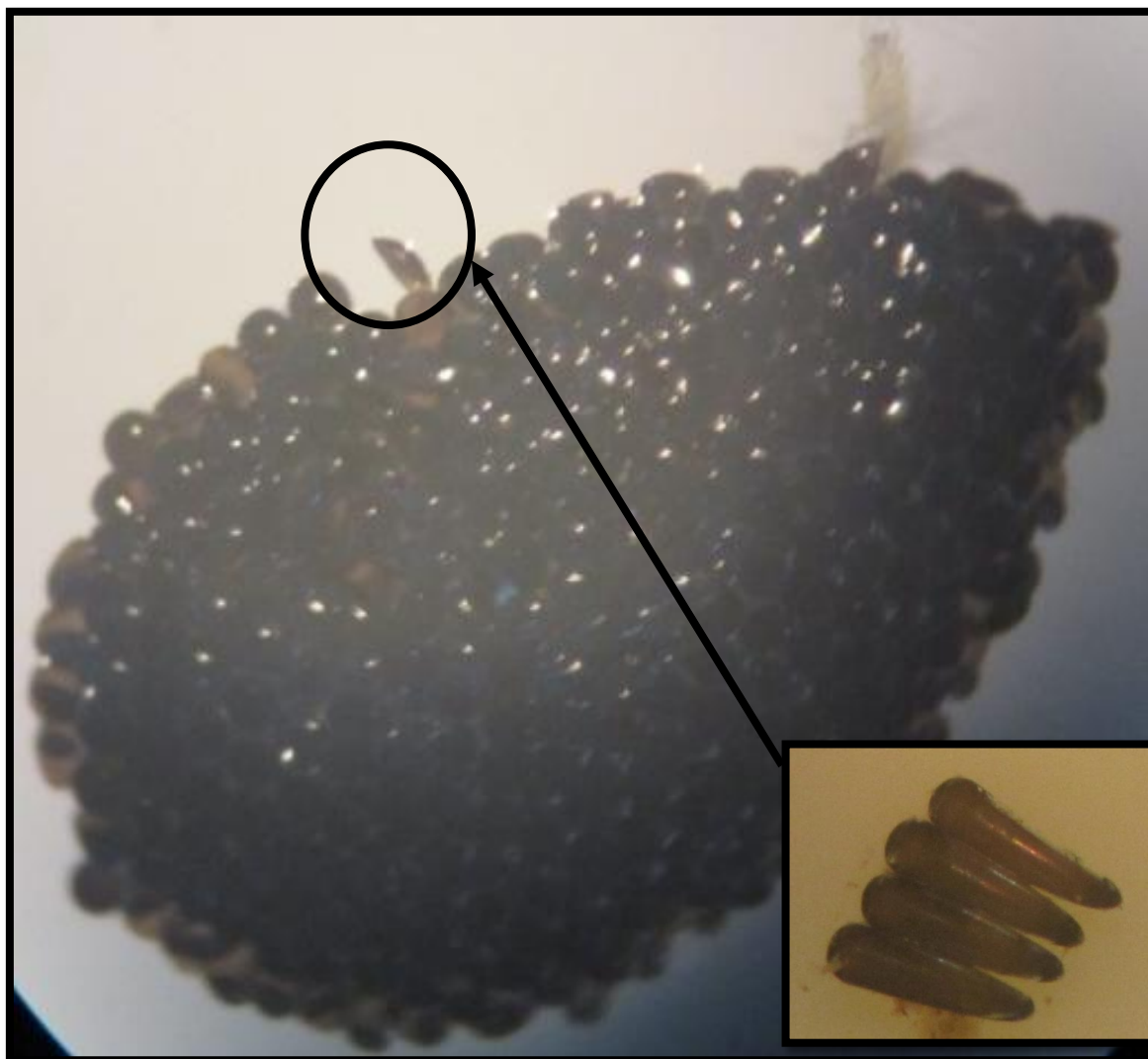
*Anopheles cinereus*, *Anopheles dthali*, *Anopheles sergentii sergentii* et *Anopheles multicolor*.

## II. Identification de *Culiseta longiareolata*

L'identification de l'espèce a été effectuée sur quatre stades : œuf, larve, nymphe et adulte.

### 2. 1. Identification des œufs de *Culiseta longiareolata*

Les œufs de *Culiseta longiareolata* se regroupent sous forme de petits fragments de couleur noire de 0.5 cm de diamètre moyen environ appelés nacelles. Ces derniers se déposent de manière horizontale sur la surface de l'eau. Sous loupe binoculaire, on observe un nombre très important d'œufs pouvant atteindre 400 œufs par nacelle (Photo19)



**Photo 19:** Œufs de *Culiseta longiareolata* observée par loupe binoculaire- nacelles à gauche (A : x2)- œufs en éclosion à droite (A : x4) (Original, 2017)

## 2.2. Identification des larves de *Culiseta longiareolata*

L'identification des larves *Culiseta longiareolata* du quatrième stade (L4) s'est faite par rapport à plusieurs caractéristiques. Selon le guide d'identification de **Brunhes et al. (1999)** nous distinguons les larves de cette espèce par :

### 2.2.1. La tête

Est sombre, très pigmentée, la longueur d'antenne est courte par rapport à la longueur du tête ( $L=1/4$  de la longueur de la tête) (Photo 20) et nous avons remarqué que la suture hypostomale (suture maxillaire) est complète (photo 21) et que l'ornementation du tégument de l'antenne est lisse (Photo 22).



Antenne courte  
par rapport  
longueur de la  
tête

Suture hypostomale  
(suture  
maxillaire):  
complète ou  
nettement marquée



**Photo 20 :** Longueur de l'antenne  
(A : x10) (**Original, 2017**)

**Photo 21 :** Structure hypostomale  
(A : x10) (**Original, 2017**)



**Photo 22 :** Ornementation du tégument de l'antenne lisse (A : x10) (**Original, 2017**)

### 2.2.2. L'abdomen

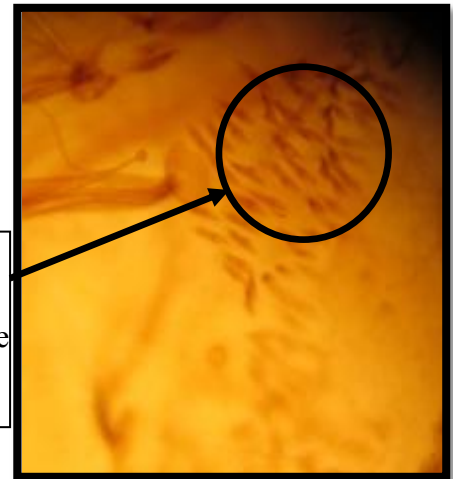
Les plaques abdominales sont absentes (Photo 23). La disposition des épines du segment VIII en l'absence de plaque est en désordre (Photo 24). Le siphon est orné par la présence d'un peigne et d'une touffe basale (Photo 25).



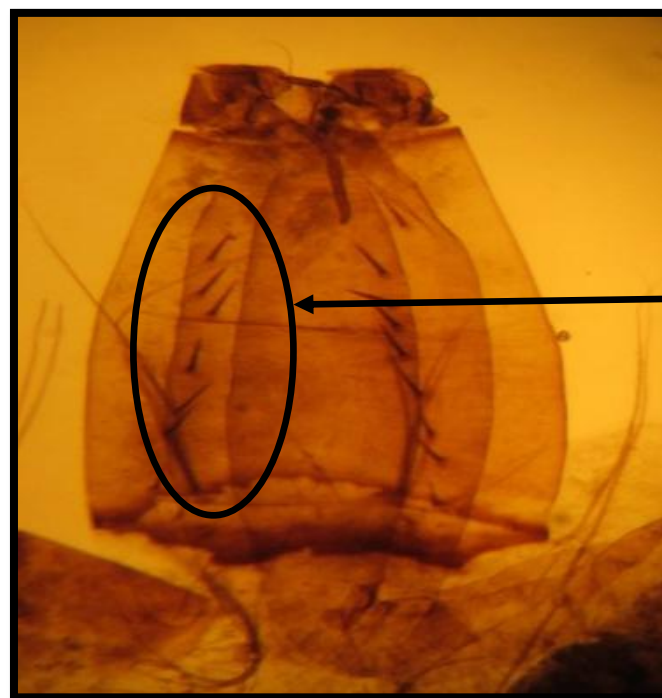
**Photo 23 :** Plaque abdominale absence (A : x10) (**Original, 2017**)

Absence des plaques abdominales

Disposition des épines du segment VIII en l'absence de plaque: en désordre



**Photo 24:** Disposition des épines du VIII Segment (A : x10) (**Original, 2017**)



Ornementation du siphon: avec peigne et 1 touffe basale

**Photo 25 :** Ornementation du siphon (A : x10) (**Original, 2017**)

### 2.3. Identification des nymphes de *Culiseta longiareolata*

Le corps d'une nymphe est formé d'un céphalothorax globuleux et d'un abdomen recourbé lui donnant la forme d'une virgule, il est formé de neuf segments dont le huitième est pourvue de deux palettes natatoires alors que le neuvième est atrophié.

Au niveau du céphalothorax se situent les ébauches des yeux et différents appendices (les antennes, la trompe, les pattes, les ailes), deux trompettes respiratoires prothoraciques, de forme très variable, équivalents physiologiques du siphon respiratoires de la larve). La nymphe ne se nourrit pas, mais durant ce stade le moustique subit de profondes transformations morphologiques et physiologiques, la préparant au stade adulte (Photo 26).

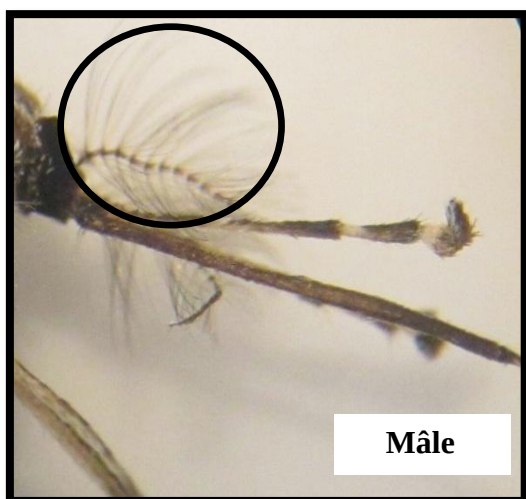


**Photo 26 :** La nymphe de *Culiseta longiareolata* (A: x 40)

(Original, 2017)

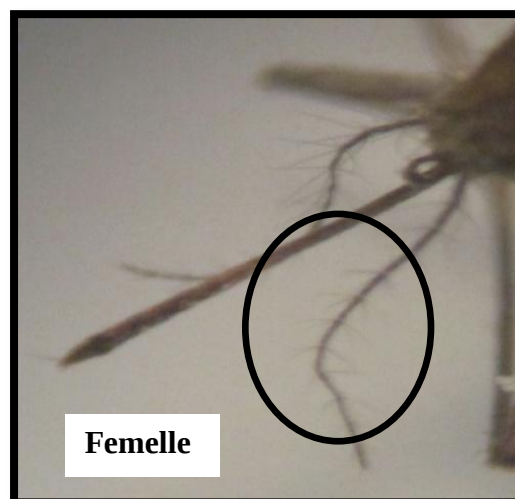
### 2.4. Identification des adultes de *Culiseta longiareolata*

Chez l'adulte de *Culiseta longiareolata*, la détermination du sexe au moyen de l'antenne. En effet, chez le mâle l'antenne est très plumeuse au contrairement à la femelle qui possède une antenne moyennement plumeuse (Photo 27 et 28).



Mâle

**Photo27 :** Antenne moyennement plumeuse (A : x2) (**Original, 2017**)



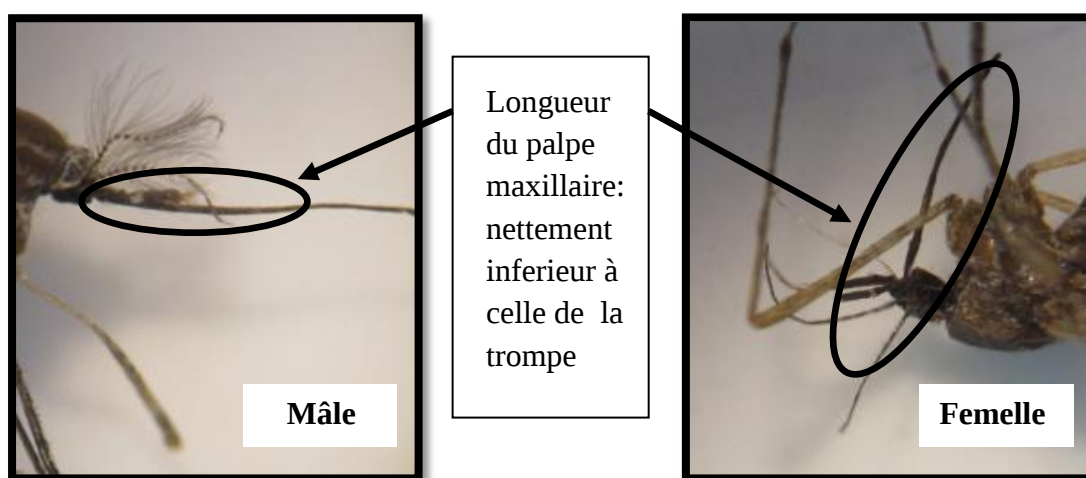
Femelle

**Photo 28 :** Antenne très plumeuse (A : x2) (**Original, 2017**)

L'adulte de *Culiseta longiareolata* est caractérisé par:

#### 2.4.1. La tête

Longueur du palpe maxillaire est inférieure à celle de la trompe (Photo 29).



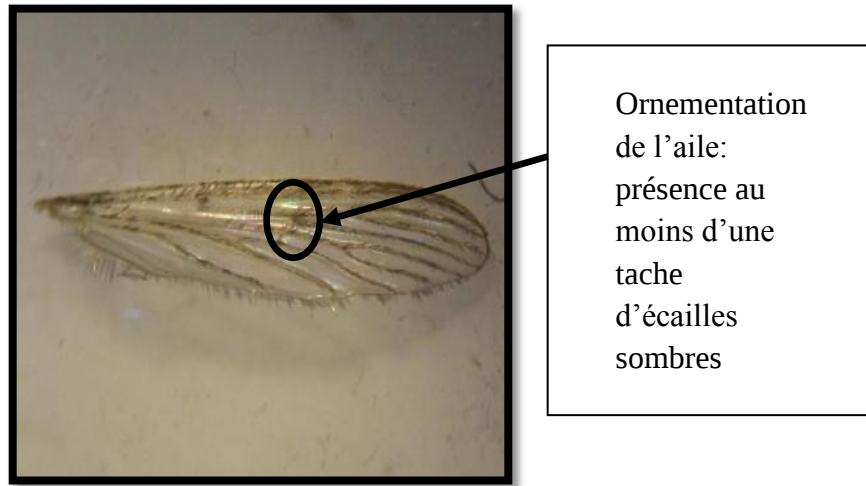
Mâle

Femelle

**Photo 29 :** Caractéristiques de la tête de *Culiseta longiareolata* (A : x2) (**Original, 2017**)

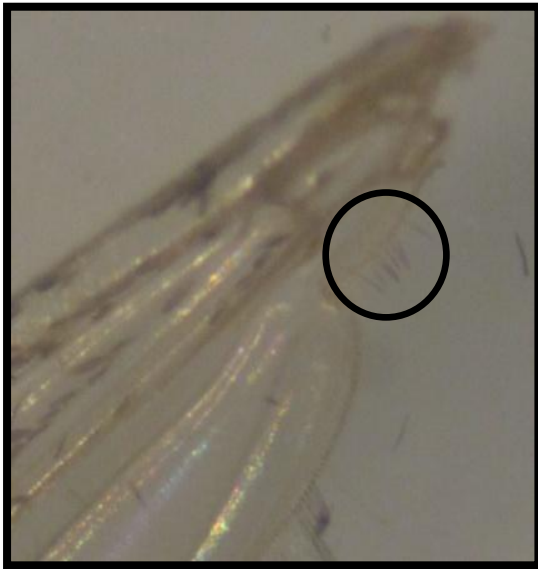
#### 2.4.2. Aile

L'ornementation de l'aile présente au moins une tache écaillée sombre et le scutum est caractérisé par trois bandes longitudinales (Photo 30).

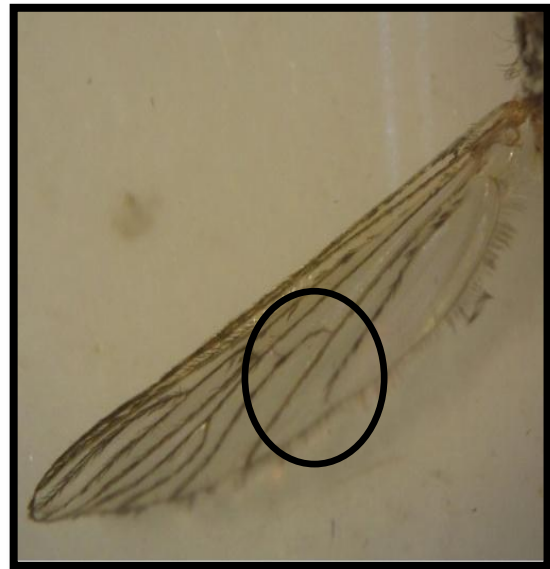


**Photo 30 :** Ornementation de l'aile (A : x2) (**Original, 2017**)

L'ornementation de la base (alula) présente d'une frange d'écailles (Photo 31) et position de l'apex de la nervure 1-A: postérieure à la fourche mcu/cuA (Photo 32).



**Photo 31 :** Ornementation de la base (alula): présence d'une frange d'écailles, (A : x2) (**Original, 2017**)



**Photo 32 :** Position de l'apex de la nervure 1-A: postérieure à la fourche mcu/cuA (A : x2) (**Original, 2017**)

#### 2.4.3. Patte I

Longueur du tarsomère 4 est supérieure ou égale à celle du tarsomère 5 et la patte I-II est de longueurs relatives du tarsomère 1 est plus grand que les 4 autres réunis (Photo 33).



**Photo 33:** Longueur du tarsomère 4 à égale ou supérieure, à celle du tarsomère 5

(A : x2) (Original, 2017)

## II. Résultat relatif aux extraits et aux huiles essentielles des deux plantes

Le rendement des plantes étudiées a été calculé concernant les extraits méthanoliques (Tableau 08), aqueux (Tableau 09) ainsi que pour les huiles essentielles (Tableau 10).

**Tableau 08 :** Rendement des plantes en extraits méthanoliques

| Plantes utilisées             | Extrait méthanolique          |                       |                               |               |
|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------|---------------|
|                               | Poids de Matière végétale (g) | Résidu sec obtenu (g) | Volume récupéré par DMSO (ml) | Rendement (%) |
| <i>Juniperus phoenicea</i>    | 40                            | 7.06                  | 18                            | 17.65         |
| <i>Rosmarinus officinalis</i> | 40                            | 2.13                  | 17                            | 5.32          |

**Tableau 09 :** Rendement des plantes en extraits aqueux

| Plantes utilisées             | Extraies aqueux               |                       |                                        |               |
|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------------------------|---------------|
|                               | Poids de matière végétale (g) | Résidu sec obtenu (g) | Volume récupéré Par eaux distille (ml) | Rendement (%) |
| <i>Juniperus phoenicea</i>    | 25                            | 11.87                 | 118.7                                  | 47.48         |
| <i>Rosmarinus officinalis</i> | 25                            | 7.31                  | 73.1                                   | 29.24         |

Tableau 10 : Rendement des plantes en huiles essentielles

| Plantes utilisées             | Huile essentielle             |                                  |               |
|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------|
|                               | Poids de matière végétale (g) | Poids de l'huile essentielle (g) | Rendement (%) |
| <i>Juniperus phoenicea</i>    | 300                           | 2.11                             | <b>0.70</b>   |
| <i>Rosmarinus officinalis</i> | 260                           | 1.09                             | <b>0.41</b>   |

Nous notons que les rendements des extraits méthanoliques et aqueux et l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* est plus élevé par rapport au rendement des extraits et l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis*.

**Djekidel et Ben bahaz (2016)** ont notées un rendement en huile essentielle de 1.62 % pour *Rosmarinus officinalis* récoltée en mois d'avril dans la région de Laghouat.

Ce contraste de résultats pourrait être expliqué par la saison de récolte et aussi par la différence entre les étages climatiques des deux régions.

En effet, il ya plusieurs facteurs qui influencent le rendement des plantes en huiles essentielles parmi ces facteurs : T°, H°, La partie de la plante utilisée, saisons de récolte, âge et la taille de la plante, l'espèce de plante et la teneur en eau (un manque d'eau chez la plante influe négativement sur le rendement des huiles essentielle).

### III. Les tests de toxicités

Nous avons effectués un test de toxicité de *Juniperus phoenicea* et *Rosmarinus officinalis* sur les larves de *Culiseta longiareolata* vecteur du West-Nile et ce, en utilisant les huiles essentielles, les extraits méthanoliques et les extrait aqueux.

Nous n'avons pas pu réaliser le test de toxicité sur l'espèce *Anophèle labranchiae* en raison de la faible densité rencontrée dans les gîtes.

#### 3.1. L'effet larvicide des extraits méthanoliques

Après avoir traité les larves du stade L4 de l'espèce *Culiseta longiareolata* par les extraits méthanoliques à différentes concentrations, le taux de mortalité a été enregistré chaque heure pendant 72 h.

### 3.1.1. Effet larvicide du romarin

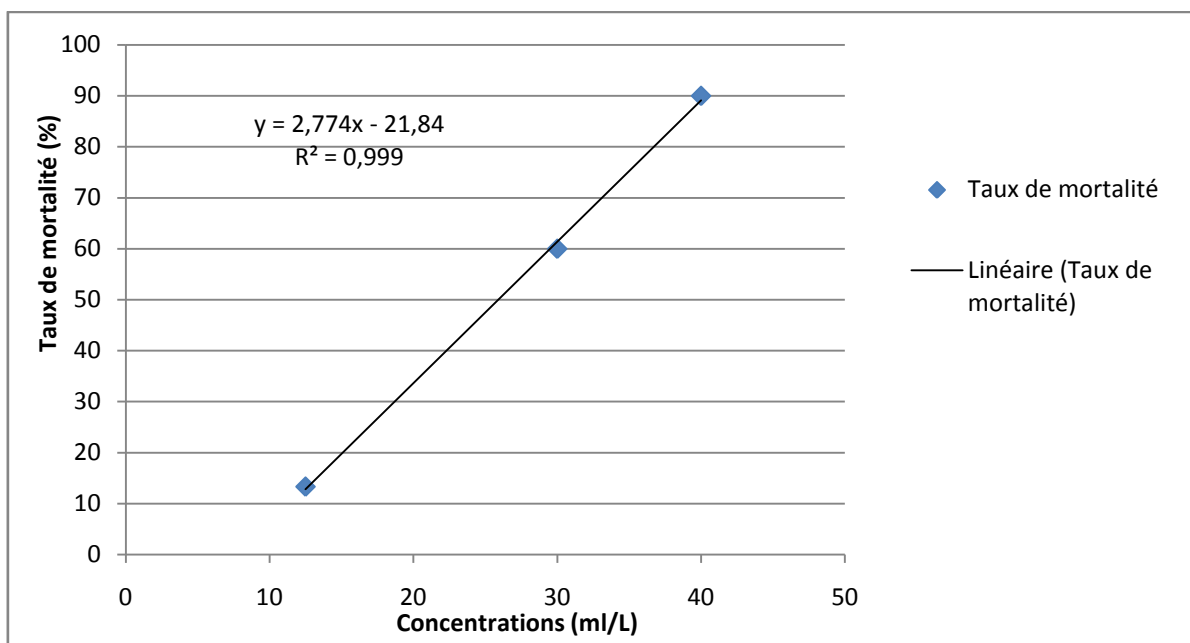
Pour l'expérience, nous avons utilisé les concentrations suivantes 12.5 ml/L, 30 ml/L et 40 ml/L

#### a. Détermination des concentrations létales

Afin de déterminer les concentrations suivantes :

- CL10 : concentration létale pour 10% de l'effectif
- CL50 : concentration létale pour 50% de l'effectif
- CL90 : concentration létale pour 90% de l'effectif

Nous avons tracé une courbe linéaire de régression qui passe par les points correspondant aux taux de mortalité cumulés à la 24ème heures de traitement. Et ce, pour les concentrations 12.5 ml/L, 30 ml/L et 40 ml/L (Figure 52).



**Figure 52 :** Droite de régression du taux de mortalité cumulé en fonction des concentrations après 24h

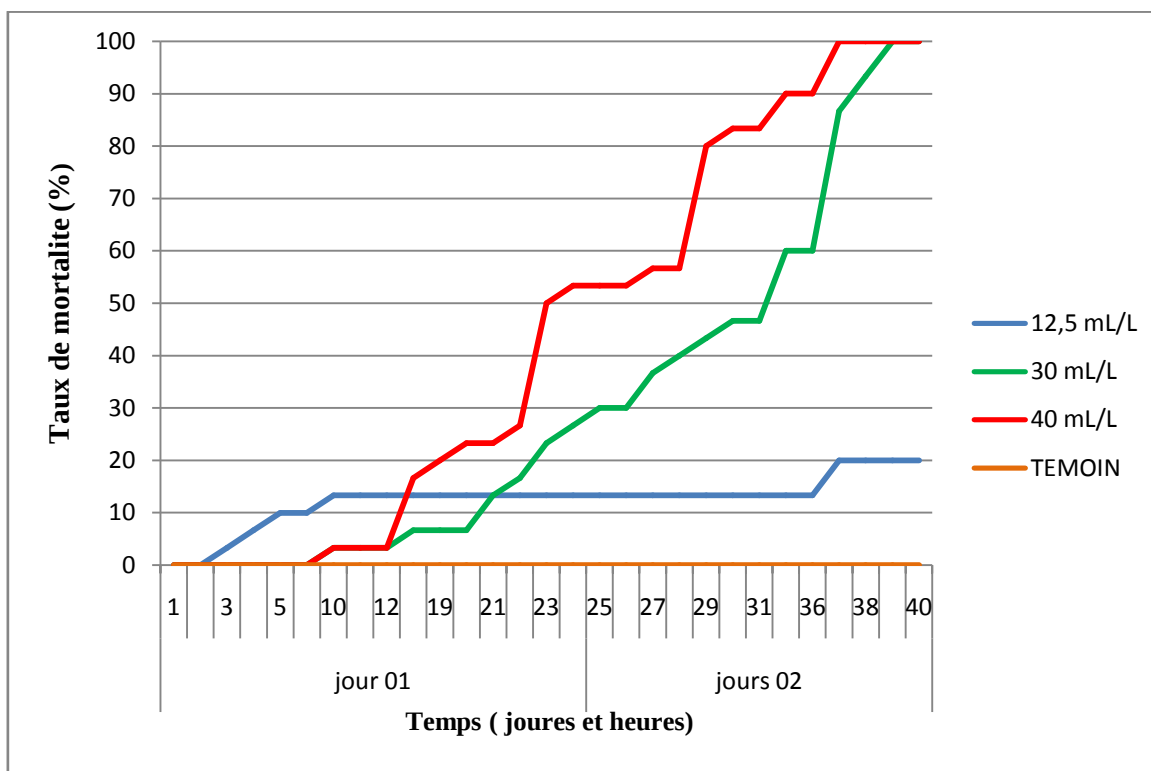
Les concentrations létales CL10, CL50 et CL90 ont été déterminées à partir de l'équation de régression linéaire  $Y=2.774X - 21.84$  où: le coefficient de détermination:  $R^2= 0.999$  et :

- Y : Taux de mortalité recherchés (10 %, 50 % ou 90 %)
- X: La concentration létale (CL10, CL50 ou CL90)

Les concentrations létales calculées sont les suivantes :

- CL10 = 11.48 ml/L
- CL50 = 25.90 ml/L
- CL90 = 40.32 ml/L

**b. Variations temporelles des taux de mortalité**



**Figure 53 :** Variation temporelle des taux de mortalité des larves de *Culiseta longireolata* (%) en fonction des concentrations de l'extrait méthanolique

La figure 53, révèle que la plus faible concentration de l'extrait de *Rosmarinus officinalis* (12,5 ml/L) commence à avoir un effet sur les larves dès la 3<sup>ème</sup> heure où on a enregistré la mort de 10% de l'effectif étudié. Ce taux n'a augmenté que très légèrement pour atteindre son maximum de 20% à la 36<sup>ème</sup> heure. Cependant, la concentration de 30 ml/L a engendré une mortalité de 60% de la population à la 32<sup>ème</sup> heure. Les mortalités ont continué à augmenter pour atteindre 100% la 39<sup>ème</sup> heure de l'expérience. Nous avons également noté que la plus forte concentration (40 ml/L) a causé un taux de mortalité de 100 % à la 37<sup>ème</sup> heure. Nous n'avons relevé aucune mortalité dans les lots du témoin.

Le fait que la plus faible concentration ait engendré un effet avant la concentration minimale (10 % à savoir 1 larve à la 5<sup>ème</sup> heure) pourrait être lié plutôt à la larve en question et non pas à l'extrait.

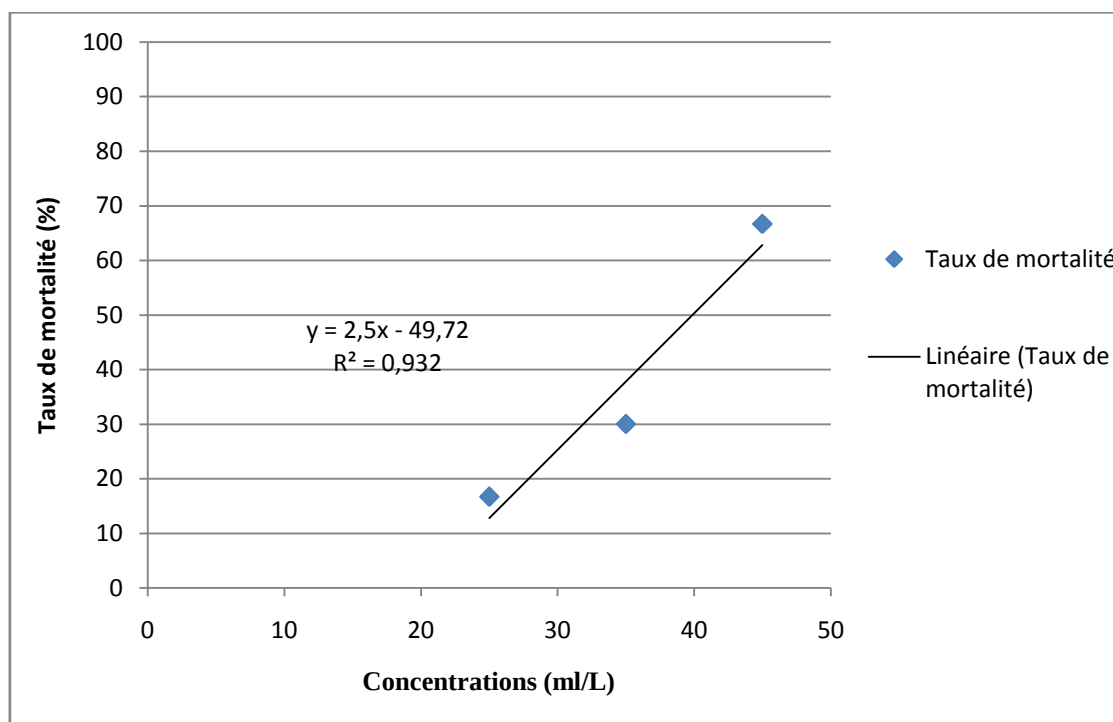
En comparaison avec les résultats de **Djekidel et Ben bahaz en 2016**, la concentration de l'extrait méthanolique du romarin récolté à Laghouat a induit la mortalité de 50% de l'effectif des larves de *Culiseta longiareolata* était de 16 ml/L.

Il est important d'attirer l'attention sur le fait que la récolte des plantes s'est effectuée dans des conditions climatiques différentes et les plantes ont poussé sous des conditions édapho-climatiques contrastées (Djelfa et Laghouat). Ce qui conditionne le rendement et la composition des plantes et donc son efficacité.

### 3.1.2. Effet larvicide du genévrier

#### a. Détermination des concentrations létales

Afin de déterminer les concentrations suivantes : CL10, CL50 et CL90, nous avons tracé une courbe linéaire de régression qui passe par les points correspondant aux taux de mortalité cumulés après 24 heures de traitement. Et ce, pour les concentrations : 25 ml/L, 35 ml/L et 45 ml/L (Figure 54).



**Figure 54 :** Droite de régression du taux de mortalité cumulé en fonction des concentrations après 24h

Les concentrations létales CL10, CL50 et CL90 ont été déterminées à partir de l'équation de régression linéaire  $Y=2.5X - 49.72$  où: le coefficient de détermination:

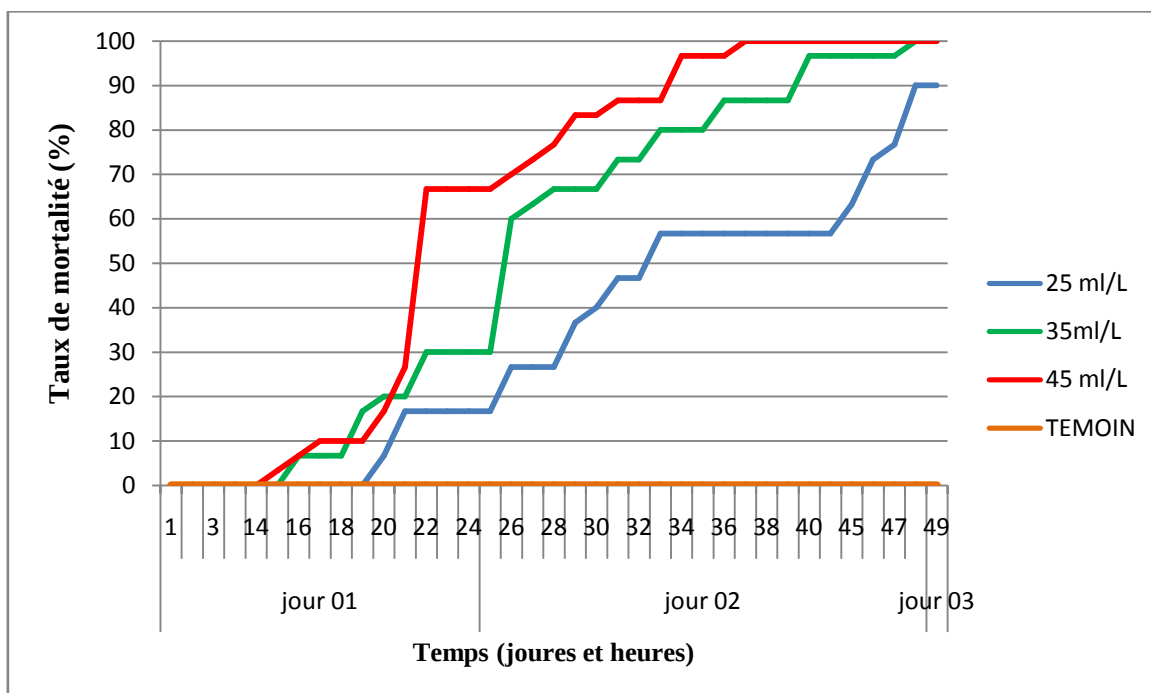
$R^2 = 0.932$  et :

- Y : Taux de mortalité recherchés (10 %, 50 % ou 90 %)
- X: La concentration létale (CL10, CL50 ou CL90)

Les concentrations létales calculées sont les suivantes :

- CL10 = 23.89 ml/L
- CL50 = 39.89 ml/L
- CL90 = 55.89 ml/L

**b. Variation temporelle des taux de mortalité**



**Figure 55 :** Variation temporelle des taux de mortalité (%) en fonction de la concentration

La figure 55 exprime que les taux de mortalité suivent même allure de variation quelque soit les concentrations. Cependant, nous remarquons une différence concernant l'efficacité. En effet, au bout de 22 heures, la concentration de 45 ml/L a engendré une mortalité de 70 %, 35 ml/L de l'extrait a causé la mort de 30 % de l'effectif étudié alors que 17 % des larves sont mortes dans les lots traités par 15 ml/L. A partir de la 37<sup>ème</sup> heure,

toutes les larves sont mortes dans les lots traités par la plus forte concentration. Nous n'avons noté aucune mortalité dans les lots témoins.

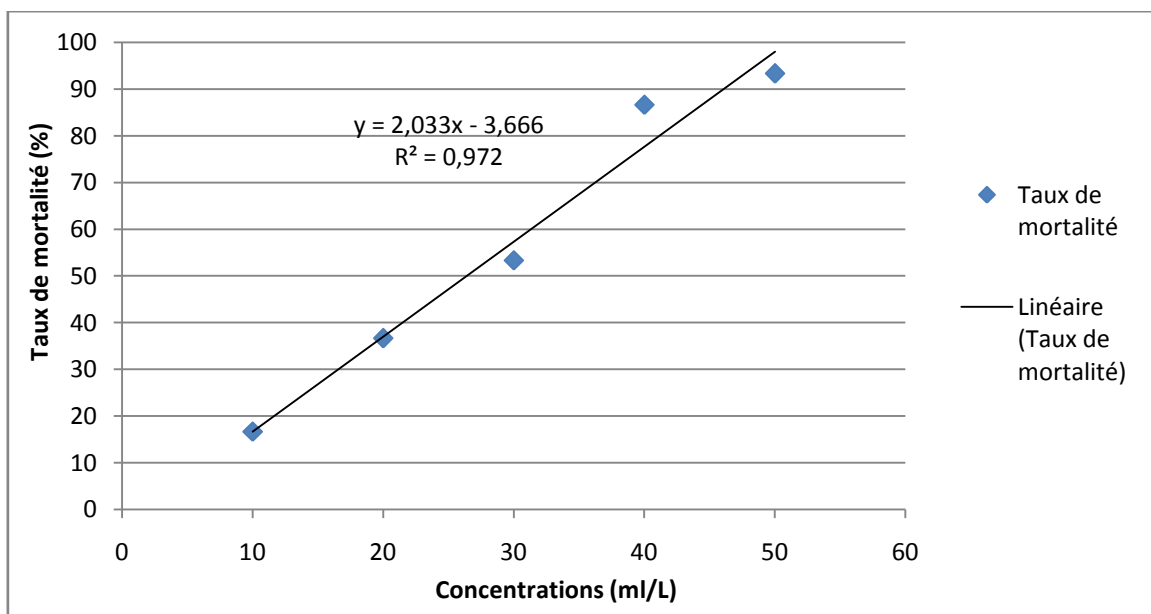
Peu ou pas de travaux ont été étudié l'effet du genévrier sur les Culicidae. Les taux de mortalité élevés dans les lots traité par 25 ml/L atteignant un maximum de 90 % à 48<sup>ème</sup> heure, pourraient être dus au choix des concentrations. En effet, d'après la figure 54, 23.89 ml/L engendre un taux de mortalité de 10 % des larves au bout de 24 heures.

### 3.2. Effet larvicide des extraits aqueux

#### 3.2.1. Effet larvicide du romarin

##### a. Détermination des concentrations létales

Nous avons tracé une courbe linéaire de régression qui passe par les points correspondant aux taux de mortalité cumulés après 24 heures de traitement. Et ce, pour les concentrations 10 ml/L, 20 ml/L, 30 ml/L, 40 ml/L et 50 ml/L (Figure 56).



**Figure 56 :** Droite de régression de taux de mortalité cumulé en fonction des concentrations après 24h

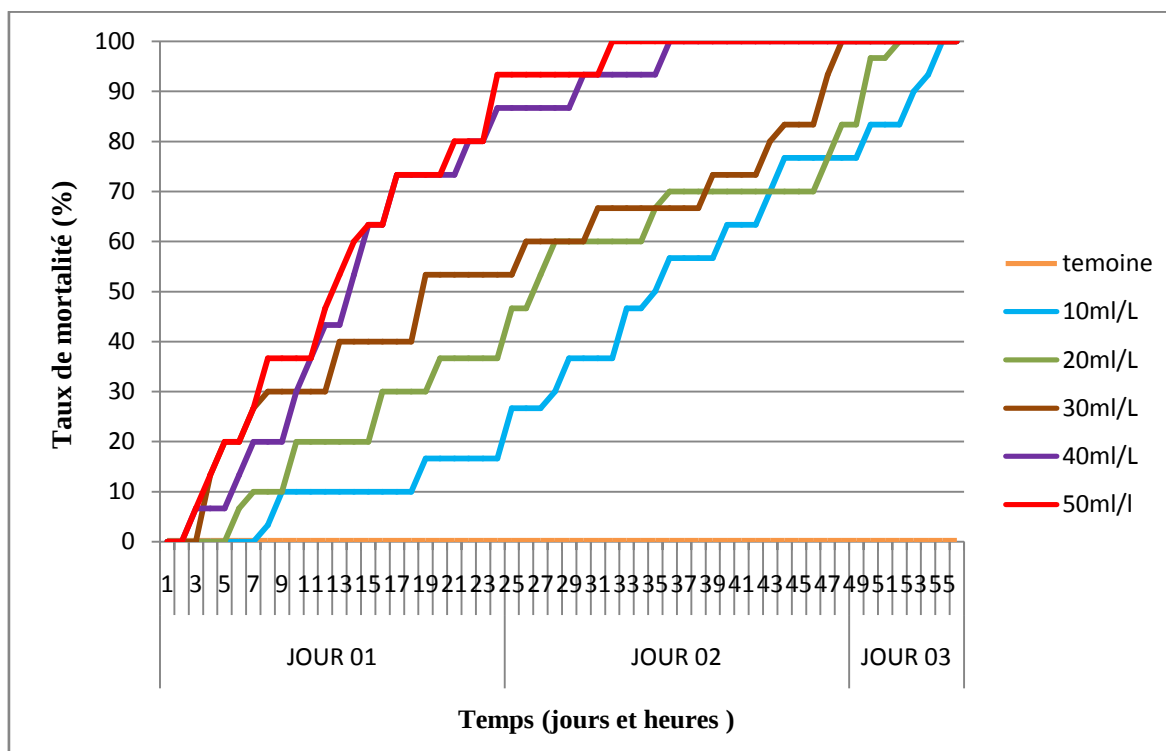
Les concentrations létales CL10, CL50 et CL90 ont été déterminées à partir de l'équation de régression linéaire qui apparaît sur le graphique (Figure 56).

- Y : Taux de mortalité recherchés (10 %, 50 % ou 90 %)
- X: La concentration létale (CL10, CL50 ou CL90)

Les concentrations létales calculées sont les suivantes :

- CL10 = 6.72 ml/L
- CL50 = 26.40 ml/L
- CL90 = 46.07 ml/L

**b. Variation temporelle des taux de mortalité**



**Figure 57 :** Variation temporelle des taux de mortalité (%) en fonctions des concentrations

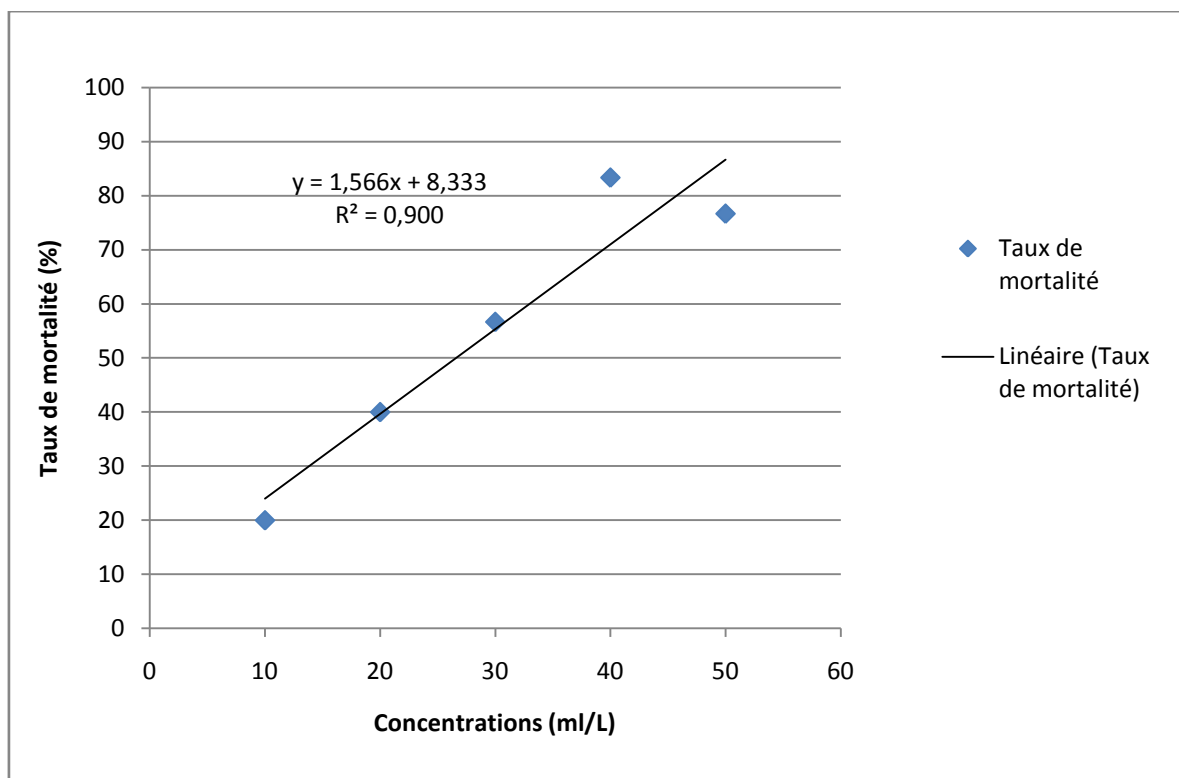
Nous remarquons que les concentrations les plus élevées de Romarin (50 ml/L, 40 ml/L) ont un effet presque similaire. Les taux de mortalité atteignent un maximum de 100% au bout de 32 et 36 heures respectivement. Les taux de mortalité pour les trois concentrations restantes (10 ml/L, 20 ml/L et 30 ml/L) suivent aussi la même allure ascendante pour atteindre 100 % de mortalité à la 55<sup>ème</sup>, 52<sup>ème</sup> et la 48<sup>ème</sup> heure respectivement. Durant toute l'expérience, aucune mortalité n'a été notée dans les lots témoins.

Contrairement à nos résultats, **ALAOUI BOUKHRIS 2010**, a conclu que les extraits aqueux de *Rosmarinus officinalis* ne se sont pas révélés intéressants en termes de toxicité, le taux de mortalité enregistré étant de 17.06 %.

### 3.2.2. Effet larvicide du génévrier

#### a. Détermination des concentrations létales

Nous avons tracé une courbe linéaire de régression qui passe par les points correspondant aux taux de mortalité cumulés après 24 heures de traitement. Et ce, pour les concentrations 10 ml/L, 20 ml/L, 30 ml/L, 40 ml/L et 50 ml/L (Figure 58).



**Figure 58 :** Droite de régression de taux de mortalité cumulé en fonction des concentrations après 24h

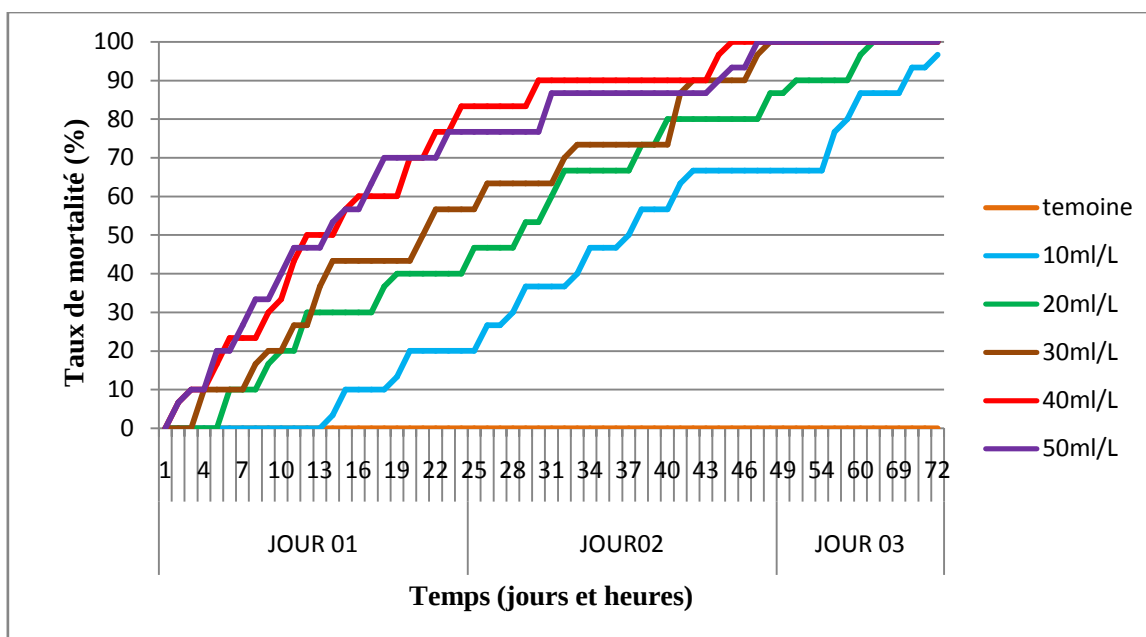
Les concentrations létales CL10, CL50 et CL90 ont été déterminées à partir de l'équation de régression linéaire représentée graphiquement.

- Y : Taux de mortalité recherchés (10 %, 50 % ou 90 %)
- X: La concentration létale (CL10, CL50 ou CL90)

Les concentrations létales calculées sont les suivantes :

- CL10 = 1.06 ml/L
- CL50 = 26.61 ml/L
- CL90 = 52.15 ml/L

### b. Variation temporelle des taux de mortalité



**Figure 59:** Variation temporelle des taux de mortalité cumulés en fonction

La figure 59 montre que les deux concentrations (40 ml/L et 50 ml/L) ont un effet similaire et atteignent le maximum (100 % de mortalité) vers les dernières heures du deuxième jour. Les deux concentrations (20 ml/L et 30 ml/L) ont engendré également des taux de mortalité presque similaires qui sont légèrement inférieurs à ceux enregistrés dans les lots traités par les fortes concentrations. La plus faible concentration (10 ml/L) a causé les taux de mortalités les plus faibles. De plus, l'effet n'a apparu qu'à partir de la 15<sup>ème</sup> heure. Néanmoins, cette faible concentration a un effet larvicide considérable qui s'est exprimé par la mort de 100 % des larves de moustiques étudiés à la fin de l'expérience.

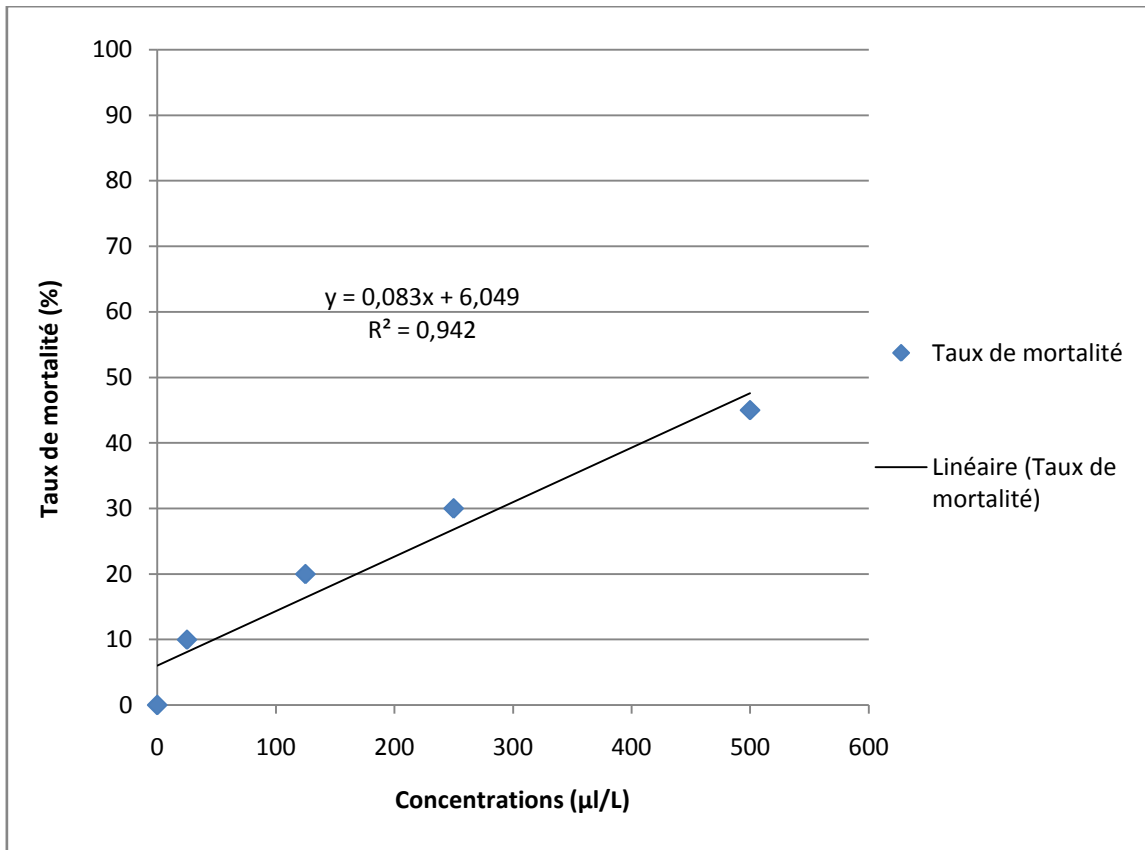
Ces résultats révèlent que *Juniperus phoenicea* est doté d'un effet larvicide remarquable même à de faibles concentrations. Ceci fait de cette plante un moyen potentiel de lutte biologique.

### 3.3. Effet larvicide de deux huiles essentielles

#### 3.3.1. Effet de *Romarinus officinalis*

##### a. Détermination des concentrations létales

Nous avons tracé une courbe linéaire de régression qui passe par les points correspondant aux taux de mortalité cumulés après 24 heures de traitement. Et ce, pour les concentrations 25 µl/L, 125 µl/L, 250 µl/L, 375 µl/L, 500 µl/L (Figure 60).



**Figure 60:** Droite de régression de taux de mortalité cumulé en fonction des concentrations après 24h

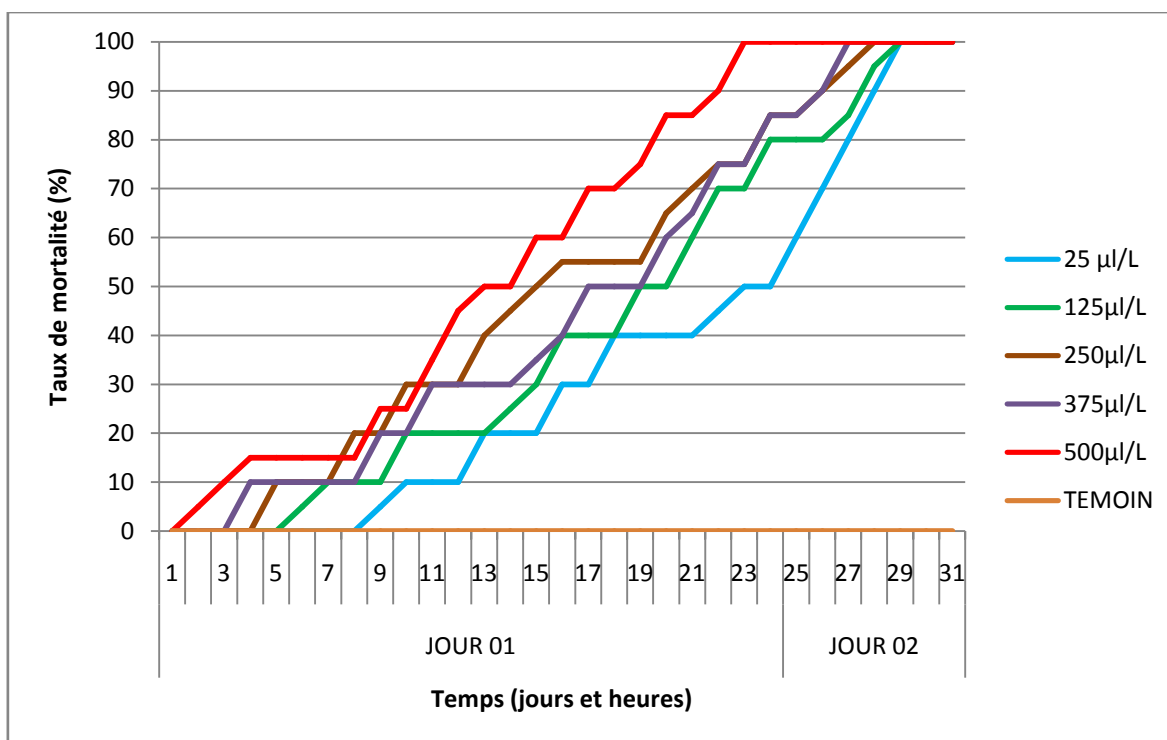
Les concentrations létales CL10, CL50 et CL90 ont été déterminées à partir de l'équation de régression linéaire  $Y=0.083X+6.049$  où: le coefficient de détermination:  $R^2=0.942$  et :

- Y : Taux de mortalité recherchés (10%, 50% ou 90%)
- X: La concentration létale (CL10, CL50 ou CL90)

Les concentrations létales calculées sont les suivantes :

- CL10 = 47.60 µl/L
- CL50 = 529.53 µl /L
- CL90 = 1011.46 µl /L

### b. Variation temporelle des taux de mortalité



**Figure 61 :** Variation des taux de mortalité cumulés en fonctions des concentrations

Nous remarquons que toutes les concentrations utilisées d'huile essentielle sont efficaces contre les larves de moustiques. En effet, les cinq concentrations ont causé une mortalité de 100 % des larves. Seulement, la concentration la plus forte a induit la mort de la totalité des larves après seulement 22 heures de l'expérience. Pour les autres concentrations, toutes les larves sont mortes entre la 27<sup>ème</sup> et la 29<sup>ème</sup> heure.

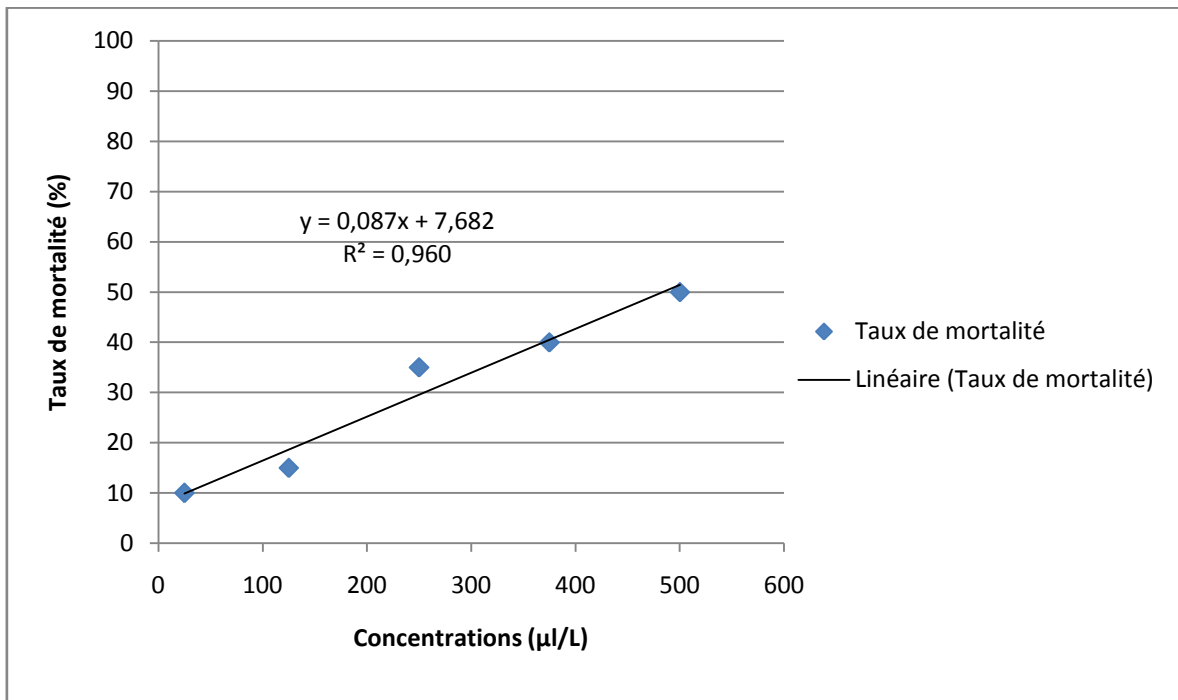
En 2016, **Djekidel et Benbahaz** ont conclu qu'une concentration de 1.25 ml/L de l'huile essentielle extraite à partir de *Rosmarinus officinalis* récolté dans la région de Laghouat induit une mortalité de 100 % des larves de *Culiseta longierolata*. Ceci nous mène à dire que la plante que nous avons récolté dans la région de Djelfa est nettement plus efficace que celle utilisée par ces auteurs, et ce, sur les larves de la même espèce de moustique.

D'autre part, une étude a été menée par **Alaoui Boukhris (2009)** au Maroc. Il a été confirmé que les concentrations minimales nécessaires pour atteindre 100 % de mortalité des larves de *Culex pipiens* ont été évaluées à 0,4 % (4 ml/L) pour *Rosmarinus officinalis*, ce qui correspond à huit fois la concentration utilisée dans notre étude (500 µl/L). Et ce, malgré la petite taille de l'espèce *Culex pipiens* par rapport à *Culiseta longierolata*.

### 3.3.2. Effet du génévrier

#### a. Détermination des concentrations létales

Une courbe linéaire de régression a été tracée en passant par les points correspondant aux taux de mortalité cumulés après 24 heures de traitement. Et ce, pour les concentrations 25 µl/L, 125µl/L, 250µl/L, 375µl/L, 500µl/L (Figure 62).



**Figure 62 :** Droite de régression de taux de mortalité cumulé en fonction des concentrations après 24h

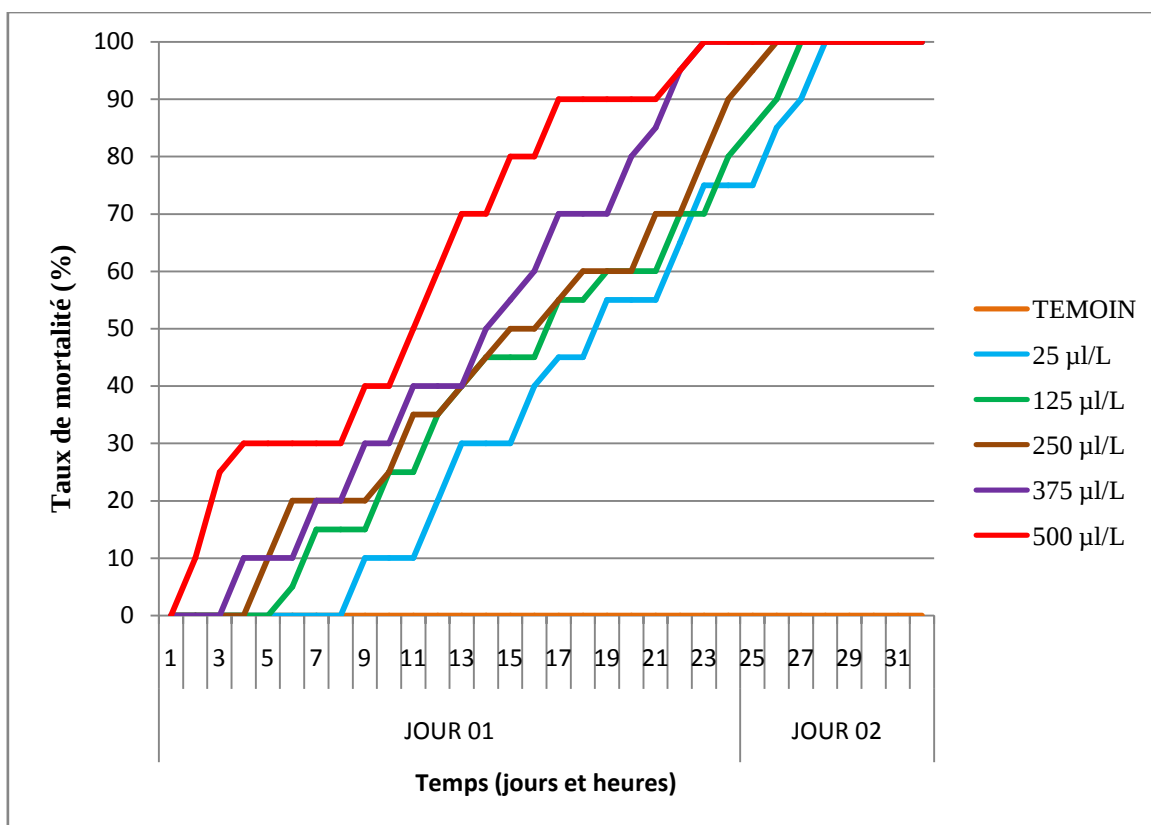
Les concentrations létales CL10, CL50 et CL90 ont été déterminées à partir de l'équation de régression linéaire  $Y=0.087X+7.682$  où: le coefficient de détermination:  $R^2=0.960$  et :

- Y : Taux de mortalité recherchés (10 %, 50 % ou 90 %)
- X: La concentration létale (CL10, CL50 ou CL90)

Les concentrations létales calculées sont les suivantes :

- CL10 = 26.64 µl /L
- CL50 =486.41 µl /L
- CL90 = 9.46.18 µl /L

### b. Variation temporelle des taux de mortalité



**Figure 63 :** Variation temporelle des taux de mortalité cumulés en fonctions des concentrations

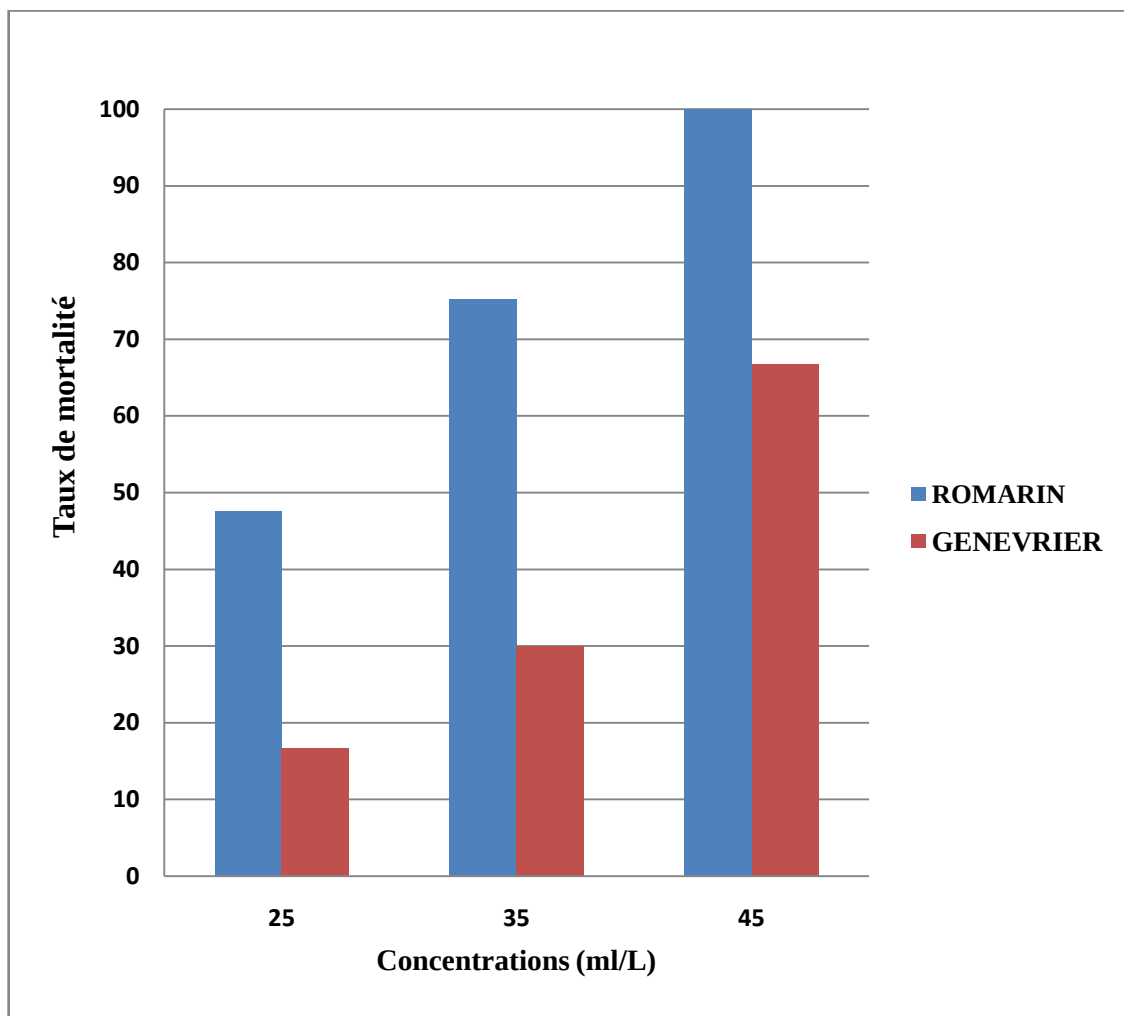
Nous remarquons que huile essentielle de Genévrier est efficace contre les larves de *Culiseta longeriolata* et ce, pour toutes les concentrations utilisées. Cependant, il est important d'attirer l'attention sur la concentration de 500 µl/L qui a causé la mortalité de 30 % des larves en seulement 4 heures. La totalité des larves sont morte après 23 heures de l'expérience.

Malgré la saison de récolte (hivers) qui ne permet pas l'obtention d'un bon rendement en matière d'huile essentielle et aussi de la composition de cette dernière, nous avons enregistré une grande efficacité de la plante vis-à-vis des larves de *Culiseta longeriolata*.

### 3.4. Comparaison de l'efficacité des deux plantes

#### 3.4.1. Les extraits méthanoliques

Les taux de mortalité des larves de *Culiseta longeriolata* sont représentés dans la figure 64. Ces taux correspondent à la mortalité cumulée enregistrée après 24 heures pour les deux plantes médicinales en utilisant les concentrations suivantes : 25 ml/L, 35 ml/L et 45 ml/L.

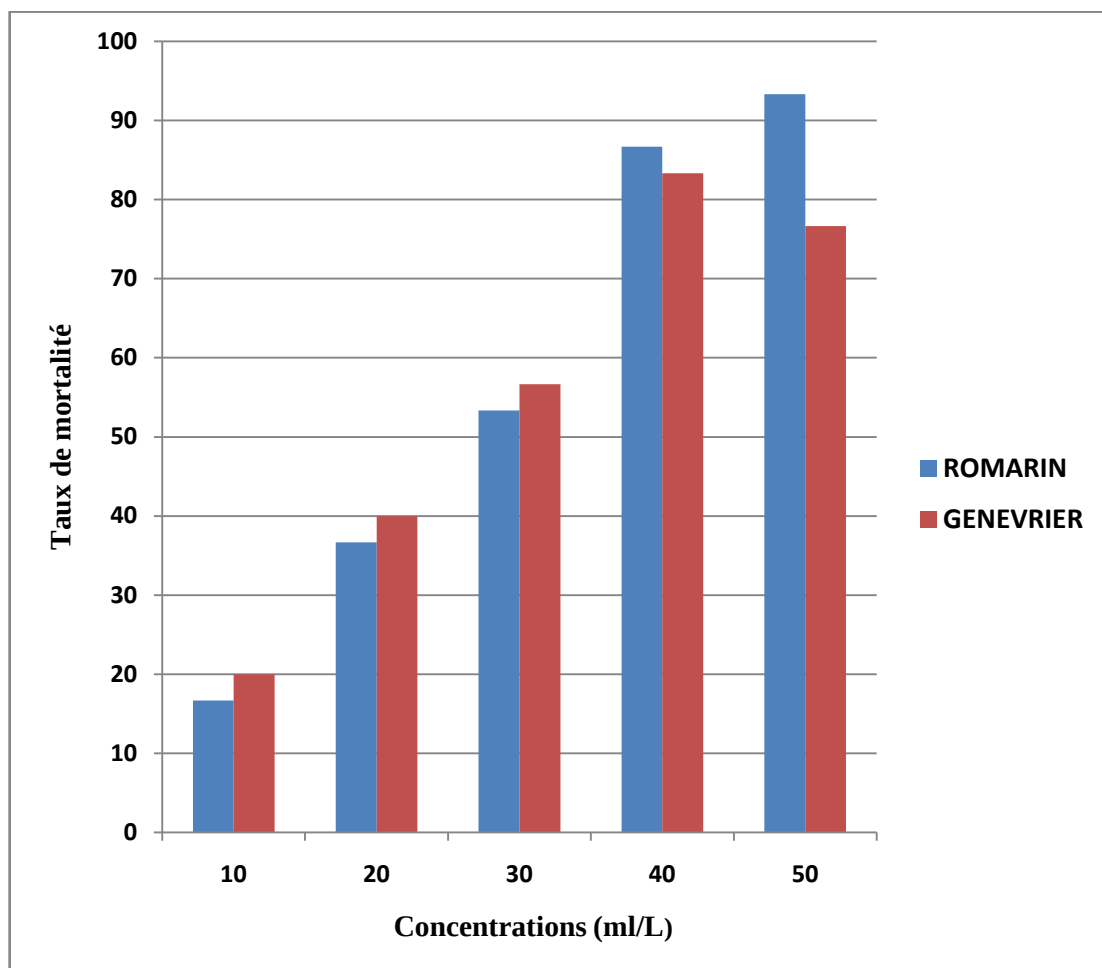


**Figure 64 :** Comparaison des extraits méthanoliques du romarin et du genévrier

Nous remarquons que l'extrait méthanolique du romarin est plus efficace que celui du genévrier. Et ce, pour toutes les concentrations utilisés. Les lots traités par 45 ml/L d'extrait de romarin ont causé 100 % de mortalité alors que ceux traités par l'extrait de genévrier ont engendré la mort de 66.66 % des larves uniquement.

### 3.4.2. Les extraits aqueux

Les taux de mortalité des larves de *Culiseta longeriolata* sont représentés dans la figure 65. Ces taux correspondent à la mortalité cumulée enregistrée après 24 heures pour les deux plantes médicinales en utilisant les concentrations suivantes : 10 ml/L, 20 ml/L, 30 ml/L, 40 ml/L et 50 ml/L.

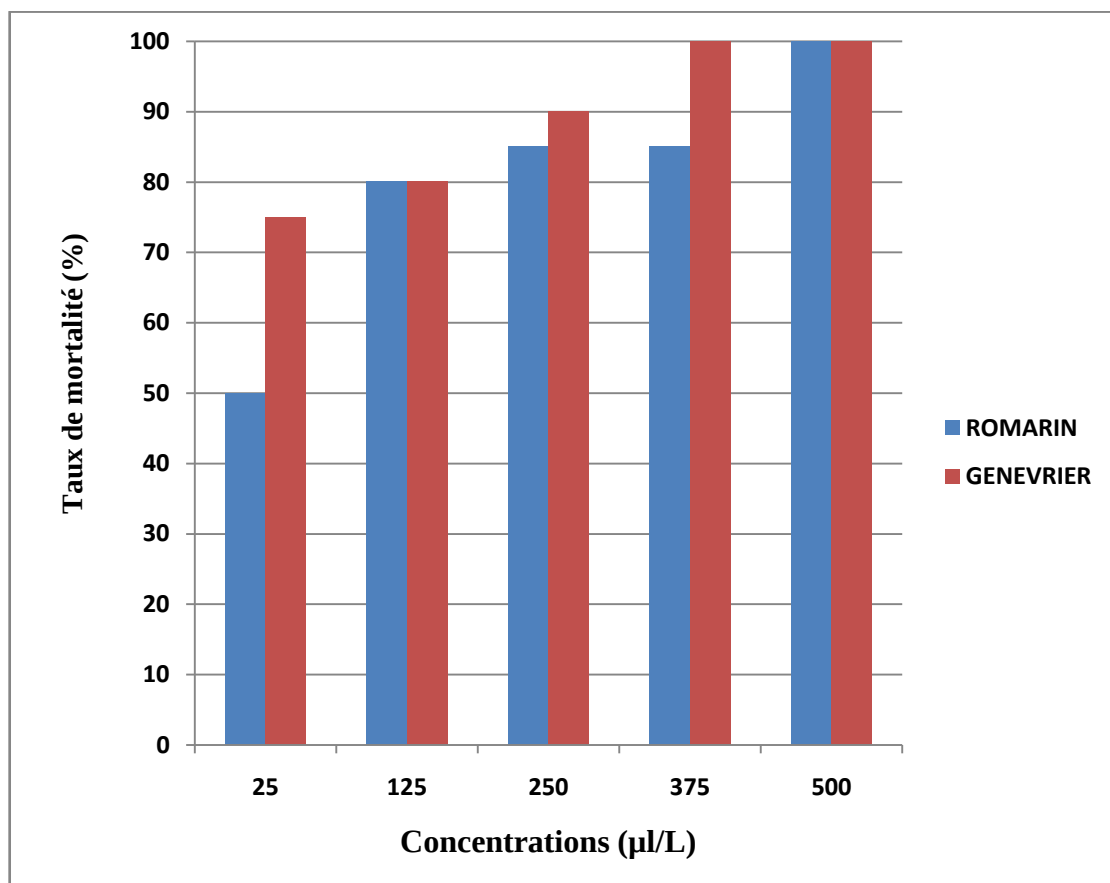


**Figure 65:** Comparaison des extraits aqueux du romarin et du genévrier

D'après la figure 64, nous avons noté que l'effet des concentrations les plus faibles (10 ml/L, 20 ml/L et 30 ml/L) est légèrement plus important chez le genévrier. Mais à partir de 40 ml/L, l'extrait aqueux du romarin devient plus efficace que celui du genévrier.

### 3.4.3. Comparaison des huiles essentielles des deux plantes

Les taux de mortalité des larves de *Culiseta longeriolata* sont représentés dans la figure 66. Ces taux correspondent à la mortalité cumulée enregistrée après 24 heures pour les deux plantes médicinales en utilisant les concentrations suivantes : 25 µl/L, 125 µl/L, 250 µl/L, 350 µl/L et 500 µl/L.



**Figure 66 :** Comparaison des huiles essentielles du romarin et du genévrier

La figure 66 nous montre que le genévrier se révèle très efficace même à une faible concentration (25 µl/L) avec un taux de mortalité cumulé de 70 %. Les concentrations de 250 µl/L et 375 µl/L ont également été plus efficaces chez le genévrier par rapport au romarin. La concentration la plus élevée (500 µl/L) a engendré une mortalité totale chez les lots traités par les deux plantes.

# Conclusion

Les moustiques constituent la famille des Culicidae qui regroupe les diptères nématocères, vecteurs actifs de plusieurs agents pathogènes tels que les protozoaires, les bactéries, les virus et les nématodes, qu'ils transmettent à l'homme et aux animaux domestiques. Face à ces menaces, et afin de contrer la propagation des insectes et des épidémies y découlant, plusieurs méthodes ont été envisagées et adoptées ; ces stratégies de lutte se sont appuyées dans les premiers temps sur l'utilisation d'insecticides chimiques mais devenue la source d'énormes problèmes environnementaux, risque de pollution, danger pour la faune non ciblée ainsi que le phénomène de résistance chez les espèces nuisibles et le coût onéreux de ces produits. De nos jours, de nouvelles méthodes alternatives biologiques, sélectives et surtout biodégradables sont mises en œuvre, afin de préserver le milieu naturel.

A cet effet et dans le cadre de valorisation de la flore spontanée en Algérie surtout la région de Laghouat, nous avons mené un travail qui consiste à étudier l'effet des huiles essentielles, des extraits méthanoliques et des extraits aqueux de deux plantes médicinales *Rosmarinus officinalis* L et *Juniperus phoenicea* L sur des larves de moustiques *Culiseta longiareolata* ( vecteur de West Nile ) pour exploiter cette richesse floristique dans la lutte biologique contre les moustiques.

Les résultats obtenus révèlent une sensibilité variable des larves traduite par des taux de mortalité faible à très élevé en passant d'une concentration à l'autre, mais surtout d'une plante à l'autre. En effet, les taux de mortalité augmentent au fur et à mesure que les concentrations (en EA, EM et en huile essentielle) augmentent. De plus, les deux plantes se sont révélées intéressantes sur le plan lutte biologique avec une plus grande efficacité des extraits du romarin et de l'huile du genévrier.

Ce résultat ouvre des perspectives intéressantes pour son application dans la production des biopesticides. Nous envisageons de poursuivre cette étude afin de préciser la nature du (ou des composé (s) responsable (s) de cette activité par fractionnement mené en parallèle avec les testes biologique. La voie donc reste ouverte vers la découverte de nouvelles plantes et par la suite de nouvelles molécules à effet bioinsecticide. Il serait très important d'étendre les investigations à d'autre espèce de plantes afin de ressortir leur effet sur plusieurs espèces de Culiciae il serait également très intéressant d'étudier les mécanismes d'action des extraits et huiles essentielles sur les larves de moustiques in vitro et in vivo.

# **Références**

# **Bibliographiques**

**A.N.D.I., 2013.** Agence Nationale de Développement et Invertissent. 21p.

**Abdelhak S. et Meftahi N., 1992.** Contribution à l'étude des formations à pin d'Alep (*pinus halepensis*) : Cartographie et propositions d'aménagement (Massif forestier Sénalba Chergui - Djelfa), Mémoire ingénieure en écologie Végétale, Universités (U.S.T.H.B), Alger. 95p.

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

**Adli B.Z. et Yousfi, I., 2001.** Contribution a l'étude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région de Djelfa : Activité antibactérienne des huiles essentielles des feuilles de *Pistachai Atlantic* Destf, Mémoire D'ingénieure Agronomie Centre Université Ziane Achour- Djelfa. 25p.

**Alamy T., 2014.** Herbes et plantes aromatiques : Les connaitre, les cultiver et les utiliser, 1<sup>er</sup> Ed, Ouest-France, France. 82p.

**Alaoui Boukhris M., 2010.** Activités larvicides des extraits de plantes sur les larves de moustiques vecteurs de maladies parasitaires, Thèse de Master Sciences et Techniques : CMBA Chimie des Molécules Bio Actives, Université Hassan II-Mohammedia, Algérie. 55 -75p.

**Alayat M.S., 2012.** Bio-écologie, position taxonomique et compétence vectorielle du complexe *Culex pipiens* (Diptera ; Culicidae) responsable de la transmission du virus West Nile et du virus de la Fièvre de la Vallée du Rift en Algérie, Département de Biologie, Faculté des Sciences, Thèse Magistère Université Badji Mokhtar - Annaba, Algérie. 9p.

**Amara Y., 2013.** Etude Bio-écologique des peuplements de fourmis dans la région de Laghouat, Thèse de Magister en sciences Agronomiques, Ecole Nationale Supérieure Agronomique El Harrach - Alger, Algérie. 81p.

**Amraoui F., 2012.** Le moustique *Culex Pipiens*, vecteur potentiel des Virus West Nile et fièvre de la Vallée du Rift dans la région du Maghreb, Thèse de Doctorat, L'université Mohammed V-AGDAL, Faculté des Sciences Rabat, Maroc. 25p.

**Anopheles Group.** Les moustiques ou *Culicidae* [En ligne], <http://www.levashina-aggroup.com>, consulté le 02/03/2012.

**Aouati A., 2016.** Etude de la toxicité de certaines plantes sur les larves de *Culex pipiens* (Diptera, *Culicidae*), Thèse de Doctorat en sciences, Université des Frères Mentouri - Constantine, Algérie. 56p.

**Aouinty B., Oufara S., Mellouki F. et Saadia M., 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. Soc, 10 (2) : 67-71.

**Aubry P. et Gaüzère B., 2015.** Filariose lymphatique, Diplôme de Médecine Tropicale des pays de l'Océan Indien. 15p.

**Ayitchedji A.M., 1990.** Bioécologie d'*Anopheles melas* et de *Anopheles gambiae* s.s : Comportement des adultes vis-à-vis de la transmission du paludisme en zone côtière lagunaire, République du Bénin, Mémoire de fin de formation en TLM-DETS-CPU-UNB, Cotonou. 76p.

**B.N.E.F (Bureau Nationale Des Etudes Forestières) (1984).** Étude du milieu de la (wilaya de Djelfa). 58p.

**Baba Aissa F., 2011.** Encyclopédie des plantes utiles : Flore Méditerranéenne (Maghreb, Europe méridionale) substances végétales d'Afrique, d'orient et d'Occident, 1<sup>er</sup> édition, El Maarifa, 10 avenue Abderrahmane Mira BEO Alger, Algérie. 158 -167-316 p.

**Baitich S. et Brahimi D., 2014.** Contribution à l'étude de l'effet anti-radicalaire anti-peroxydation des lipides plasmatique et cervical des extraits bruts de quelques plantes médicinales locales, Thèse de Master en biologie, Université Amar Telidji - Laghouat, Algérie. 4p.

**Balenghien T., 2006.** De l'identification des vecteurs du virus West Nile à la modélisation du risque d'infection dans le sud de la France, Thèse de l'Université Joseph-Fourier - Grenoble I. 110p.

**Barbault R., 2000.** Ecologie générale, structure et fonctionnement de la biosphère, 5<sup>ème</sup> édition, Dunod. 326 p.

**Basile D. et Mbouhom K., 2006.** Dynamique de la faune Culicidienne sur le campus de l'université de Yaoundé I (Cameroun), Thèse de Doctorat, Université de Yaoundé I-DEA, Cameroun. 130p.

**Bawin T., Seye F., Boukraa S., Zimmer J., Delvigne F. et Francis F., 2014.** La lutte contre les moustiques (Diptera: Culicidae): diversité des approches et application du contrôle biologique. 50 p.

**Becker N., Petric D., Zgomba M., Boase C., Dahl C., Lane J. et Kaiser A., 2003.** Mosquitoes and their control, Kluwer Academic, New York, 498 p.

**Belkacem Z., 2015.** Contribution à l'étude du cortège floristique de l'espèce *Juniperus oxycedrus* (Cuprèssacées) dans la région de Tlemcen, Mémoire de master, Université Abou Bekr Belkaid, Algérie. 32p.

**Bellakhdar J., 1997.** La pharmacopée marocaine traditionnelle, Ibis Press (Ed), Paris, 764 p.

**Beloued A., 1998.** Plantes médicinales d'Algérie, 2<sup>ème</sup> Edition, Office des publications universitaires (Ed), Alger. 274p.

**Beloued A., 2014.** Plantes médicinales d'Algérie, Office des Duplication universitaires, Département de Botanique à l'institut national Agronomique - El Harrach, Algérie. 187p.

**Ben Malek L., 2010.** Etude bioécologique des Culicidae des zones urbaines et rurales de l'extrême nord-est algérien. Lutte bactériologique par le *bacillus thuringiensis israelensis* sérotype h14 à l'égard des adultes femelles et des larves néonates d'*Anopheles maculipennis labranchiae*, Thèse Magister, Université Badji Mokhtar - Annaba, Algérie. 50 p.

**Ben miloud Z. et Khiali F., 2016.** Contribution bioécologique et systématique des espèces de la population Culicidienne de la région de Laghouat, Thèse de Master, Université Amar Telidji – Laghouat, Algérie. 67p.

**Bencheikh S., 2014.** Etude de la biodiversité floristique de la forêt de senalba Chergui (wilaya de Djelfa), Département de Biologie, Faculté des Sciences mémoire Master, Steppes et oasis, Université Amar Telidji-Laghouat, Algérie. 13 p.

**Bencherif K., 2010.** Carte des unités physionomiques de la forêt Sénalba Chergui (Djelfa -Atlas saharien, Algérie), 21 (3) : 179 - 86.

**Benjelloun A., 2015.** Etude Epidémiologique de La Fièvre du West Nile : Analyse des variables climatiques associées avec l'occurrence de la fièvre du West Nile au Maroc Et Enquête de Seroprevalence Chez Le Cheval, Thèse de Doctorat, Université Mohamed V Faculté Des Sciences Rabat. Maroc, 77p.

**Benkalfate H., 1991.** Cartographie écologique de *Culex pipiens* (Diptère, Culicidae) en milieu urbaine (ville de Tlemcen - Algérie) recherche de causalité de la dynamique démographique des stades prés imaginaires, Thèse de Magister, Université de Tlemcen-Algérie, 19 p.

**Benmelouka D. et Souyad N., 2004.** Étude écologique du site naturel de Sénalba Chergui (Djelfa) en vue d'un classement en aire protégée, Mémoire de Master .FSB.USTHB, Alger, 74p.

**Benserradj O., 2014.** Evaluation de *Metarhizium anisopliae* à titre d'agent de lutte biologique contre les larves de moustiques, Thèse de Doctorat, Université Constantine - Algérie. 20p.

**Berchi S., 2000.** Bioécologie de *Culex pipiens* L. (Diptera : Culicidae) dans la région de Constantine et perspectives de lutttes, Thèse Doctorat, Université de Constantine, Algérie. 133p.

**Berge T.O., 1975.** International Catalogue of Arboviruses, incliding certain other viruses of Vertebrates, US Depart. HLth. Educe; And Welfare .Public, 75 (60) : 888 - 8301.

**Berkani S., 2009.** Application de l'outil SIG et télédétection à la cartographie de l'aléa feu de forêts : cas de la forêt Senelba Chergui série I et II (W. Djelfa), Mémoire de Master en Agronomie, Universités Ziane Achour - Djelfa, Algérie. 96 p.

**Blondel J., 1975.** L'analyse des peuplements d'oiseaux. Elément d'un diagnostic écologique : la méthode d'échantillonnage fréquentiels progressifs (E.F.P), Terre et vie, 29 (4) : 533 - 589.

**Blot N. et Bernard J.G., 2012.** Atlas illustre des Médicinales et curatives 1<sup>er</sup> Ed, De Barrée, Larue des grands –Angustinus 75006 Paris, France. 232p.

**Boubidi S.Ch., 2008.** Morphologie et Bio-systématique des Culicidés, Unité d'Entomologie Médicale, Service d'Eco-Epidémiologie Parasitaire, Institut Pasteur d'Algérie, Entomologie du Paludisme Sidi Fredj 07-17 Juillet 2008. 49p.

**Bouderhem A., 2015.** Effet des huiles essentielles de la plante *Laurus nobilis* sur l'aspect Toxicologique et morphométrique des larves des moustiques (*Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*), Thèse de Master Académique, Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued, Algérien. 84p.

**Boudjellida H., Bouaziz A., Soin T., Smmaghe G. et Soltani N., 2005.** Effets of ecdysone halofenozide against *Culex pipiens*. Pest. Biochem and physiol, 83: 115-123.

**Boudy P., 1950.** Economie forestière Nord-Africaine. Monographie et traitement des Essences, Ed, Larose, Paris, France. 29 p.

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

**Bouree P., 1983.** Aide mémoire de parasitologie et de pathologie tropicale, 1<sup>er</sup> édition, Flammarion Médecin - Sciences, 4 rue Casimir Delavigne 75006 Paris, France. 67 - 69 et 70p.

**Boyer S., 2006.** Resistance Métabolique des larves de moustiques aux insecticides: Conséquences environnementales, Thèse de Doctorat, L'université Joseph Fourier - Grenoble I. 18p.

**Brumpt E., 1936.** Précis de Parasitologie. Tome 2. Coll. Précis médicaux, Masson, Paris, France. 1450 p.

**Brunhes J., 1999.** Culicidae du Maghreb. Description d'*Aedes* (*Ochlerotatus*), *Bisckraensis* sp. D'Algérie (Diptera, Nematocera). Bulletin de la société entomologique de France, 104 (1) : 25 - 30.

**Brunhes J., Hassain K., Rhaim A. et Hervy J.P., 2000.** Les espèces de l'Afrique méditerranéenne : Espèces présentes et répartition (Diptera, Nematocera). Bull. Ent. France, extrait, 105 (2) : 195 - 204.

**C.D.F., 2013.** Conservation des Forêts.

**C.D.L., 2000.** La commission de développement local - Assises pour le développement de la Wilaya de Djelfa. 13p.

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

**Cailly P., 2011.** Modélisation de la dynamique spatio-temporelle d'une population de moustiques, sources de nuisances et vecteurs d'agents pathogènes, Thèse de Doctorat, Ecole Nationale Vétérinaire Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes Atlantique (Oniris). 36p.

**Carnevale P. et Robert V., 2009.** Les anophèles. Biologie, transmission du Plasmodium et lutte anti-vectorielle, Ed. I. R. D, Marseille. 389 p.

**Chaudonneret A., 1962.** Quelques dispositifs remarquables dans les organes de l'ingestion chez la larve de moustique (Diptera, Nematocera), Ann. Sci. Na., Zool., 4 (3) : 473- 488.

**Chibane B., Boutaleb A. et Lacroix M., 2010.** Etude hydrochimique et Approche Isotopique en Région semi-aride: cas du Synclinal de Djelfa (Algérie) Geochemistry study and Isotopic Approach in Semi-Arid Region : Case of the Djelfa Syncline (Algeria), European Journal of Scientific Research, 45 (2) : 270 -290.

**Cissoko M., 2007.** Etude epidemio clinique de l'épidémie de fièvre jaune a Bafoulabe en 2005, Thèse de Doctorat en médecine, Université de Bamako, Faculté de Médecine de pharmacie et d'Odonto-stomatologie Mali, République du Mali. 85p.

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

**Coulibaly G., 2008.** L'épidémiologie de la fièvre jaune au Mali, Thèse de Doctorat en Médecine, Université de Bamako, Faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odonto – Stomatologie, République du Mali. 75p.

**Coulibaly S.F., 2007.** Contribution à l'étude épidémiologique de la transmission du paludisme dans le cercle de Ménaka en saison sèche froide, République du Mali, Un Peuple Ministère de l'éducation nationale université de Bamako – Mali. 103p.

**D.P.A.T., 2010.** Direction de planification et d'aménagement des territoires.

**D.P.A.T., 2013.** Statistiques agricoles de la Wilaya de Laghouat.

- D.S.A., 2012.** Secteur Agriculture .Wilaya de Laghouat.4p.
- D.S.A., 2014.** Direction des services agricoles.
- Dahl C., 2000.** Feeding in nematoceran larvae: Ecology, Behavior, Mechanisms and principles, Proc 13th Europ SOVE Meeting, Ankara (Caglar SS, Alten B, Azer N, eds), Soci Vector Ecol. 21-27p.
- Dajoz R., 1982.** Précis d'écologie, Ed. Gauthier-Villars, Paris, France. 503 p.
- Dajoz R., 1970.** Précis d'écologie, Ed. Dunod, Paris, France. 357p.
- Dajoz R., 2000.** Précis d'écologie, Ed. Dunod, Paris, France. 615p.
- Dajoz R., 2006.** Précis d'écologie, 8<sup>ème</sup>, Ed. Dunod, Paris, France. 631p.
- Dajoz, R., 1985.** Précis d'écologie, Ed. Bordas, Paris, France. 505p.
- Dajoz, R., 2003.** Précis d'écologie, Ed. Dunod, Paris, France. 615 p.
- Darriet F., 1998.** La lutte contre les moustiques nuisant et vecteurs de maladies, Khartalaorstom, Paris, France. 91p.
- DIakite B., 2008.** La Susceptibilité des larves d'*Anopheles Gambiae S.L.* a des extraits de plantes Médicinales du Mali, Thèse doctorat en médecine, Université de Bamako, République du Mali. 65p.
- Djekidel F. et Ben bahaz N., 2016.** Effet de trois plantes médicinales à l'égard de trois espèces des Culicidées dans la région de Laghouat, Département de Biologie, Faculté des Sciences mémoire de Master Parasitologie et interactions négatives, Université Amar Telidji-Laghouat, Algérie. 10-12-55-56-57-60p.
- Dreux P., 1980.** Précis d'écologie, Ed. Presses, Paris, France, 231p.
- Duong V., Vong S. et Buchy P., 2009.** Dengue et autres arboviroses en Asie du Sud-est, Revue de Médecine Tropicale, 69 : 339 - 344.
- Eberhard T., Robert A. et Annelise L., 2005.** Plantes aromatiques : Épices, aromates condiments et huiles essentielles, 3<sup>ème</sup> édition, TECS Doc, Rue Lavoisier F 75008 Paris, France. 417p.
- Edwards F.W., 1941.** Mosquito of the Ethiopian Region, part III: Culicinae adult and pupae, London Brit. Mus. Nat. Hist. 499p.

**El Ghoul H., 2009.** Fièvre du Nil Occidental : Historique et Situation Epidémiologique en Tunisie, Projet GCP/RAB/002/FRA ; Ministère de l'Agriculture et des ressources hydrauliques de Tunisie, Tunisie. 16 p.

**Emberger L., 1955.** Une classification biogéographique des climats, Rev. Tr .Lab. Bot. Géol. Zool. Fac. Sc. Montpellier, N° 73.43 : 45-50.

**Faran M.E. et Linthicum K.J., 1981.** Ahandbook of the Amazonian species of Anopheles (Nyssorhynchus) (Diptera: Culicidae), Mosq Syst, 13:1-81.

**Faurie C., Ferra C. et Medori P., 1980.** Ecologie, Ed, Baillière, Paris, France. 168 p.

**Faurie C., Ferra C. et Medori P., 1984.** Ecologie, Ed, Baillière J. B, Paris, France 168p.

**Florian M., Saihi M. et Teyssandier M., 2007.** Maladies transmissibles et insectes piqueurs sur le territoire metropolitain, Thèse D'ingénieur du génie sanitaire, Atelier Santé Environnement, Ecole Nationale de La sante publique. 26p.

**Frontier S., Pichod-viale D., Lepretre A., Davoult D. et Luczak C.H., 2004.** Ecosystème, structure, fonctionnement, évolution, 3<sup>ème</sup> Ed. Dunod, Paris, France. 549 p.

**Largat M. et Souahlia M., 2006.** Utilisation des bio-insecticides (macro-algues) dans la lutte contre les culicidae dans la région de Laghouat (Lalmaya), Mémoire de Master en Parasitologie et interactions négatives, Université Amar Telidji -Laghouat, Algérie. 54p.

**Gérard D., 2014.** L'emcyclopédie des plantes bio- indicatrices : Alimentaires et médicinales Guide de dignostic des sols, 4<sup>ème</sup> édition, Promonature, Française. 272p.

**Giguère M. et Gosselin P., 2006.** maladies zoonotiques et à transmission vectorielle : examen des initiatives actuelles d'adaptation aux changements climatiques au Québec, 3<sup>ème</sup> édition, institut national de la santé publique du QUÉBEC, Québec. 5p.

**Gineste C., 2010.** Le grand livre des plantes aromatiques et médicinales, 1<sup>er</sup> édition, Flora Dumolin, archipel studio16. 52 p.

**Goislard C., 2012.** Les Répulsifs Anti-Moustiques à L'officine, Thèse de Doctorat en Pharmacie, Université Angers Ufr Sciences Pharmaceutiques et Ingénierie de La Santé. 18p.

**Grassé P., Raymond A. et Odette T., 1970.** Zoologie I, invertébrés, 2<sup>ème</sup> édition revues et complétée, Masson, Paris, France. 722p.

**Gregbine A., 1966.** Biologie et taxonomie des Anophèlinae de Madagascar et des îles voisines, Impression Laure, 487p.

**Gubler D.J., 2004.** Cities spawn epidemic dengue viruses, *Nature Medicine*, 10: 129 - 130, Harder, HH, Riley, SL., McCann, and SF. ET Irving. S.N. 1996. *DPX-MP062: a novel broadspectrum*, environmentally soft, insect control compound. Proc. Brighton Crop. Prot. Conf. 449.

**Guettou M., 2009.** Inventaire forestiers par Télédétection : cas de la forêt domaniale de Sénalba Chergui de la wilaya de Djelfa, Mémoire de Master Agronomique, Universités Ziane Achour - Djelfa, Algérie. 81p.

**Guillaume T., 2012.** Devenir du bioinsecticide *Bti* dans l'environnement et impact sur le développement de résistances chez le moustique, Thèse de Doctorat en Biodiversité, Écologie et Environnement, Université de Grenoble. 16p.

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

**Hans W. et Kothe F., 2007.** Plantes aromatiques et médicinales ,1<sup>er</sup> edition, Terres éditions, Toulouse. 182 - 271p.

**Hassain K., 2002.** Biogéographie et biotypologie des Culicidae (Diptère : Nématocera) de l'Afrique méditerranéenne, Bioécologie des espèces les plus vulnérantes (*Aedes caspius*, *Aedes detritus*, *Aedes mariae* et *Culex pipiens*) de la région occidentale Algérienne, Thèse Doctorat, Universités de Tlemcen, Algérie. 203 p.

**Henneguy L.F., 1904.** Les insectes : morphologie, reproduction, embryologie, 2<sup>ème</sup> édition, Masson. 804p.

**Henrique R., 2004.** Les Toxorhynchites Theobald de Madagascar (Diptera : Culicidae), Ann. Soc. entomol. Fr, 40 (3-4): 243-257.

**Himmi O., 2007.** Les Culicides (Insectes, Dipteres) du Maroc : Systématique, Ecologie et étude épidémiologique pilotes, Thèse de Doctorat d'état en Biologie, option Ecologie, Faculté Des sciences, Université Mohammed V – AGDAL Rabat-Maroc. 60p.

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

**Janssen A. M., Scheffer J. J.C.et Baerheim Svendsen A., 1987.** Pharm. Weekbl. 9,193p.

**Kaabouche D., 2014.** Contribution à l'étude du phénomène parasitaire chez la Tortue terrestre (*Testudo graeca graeca*) dans le sud algérien : cas de Laghouat et de Djelfa, Département de Biologie, Faculté des Sciences mémoire Masters parasitologie et interactions négatives, Université Amar Telidji-Laghouat- Algérie. 6-8-12-14 p.

**Kerbouche L., 2010.** Composition chimique et activité biologique des huiles essentielles de quelques plantes des familles de labiacées et de cupressacées, Thèse de Magister en science Agronomique, Ecole Nationale Supérieure Agronomique -El Harrach, Alger. 76p.

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

**Knight K.L. et Stone A., 1977.** A Catalog of the World. (Diptera: *Culicidae*), The Thomas Say Foundation, 2<sup>ème</sup> Ed, l'Entomological Society, America, Maryland. 611,710p.

**Koné P., Lambert L. et Milord F., 2006.** Épidémiologie du Virus du Nil Occidental EN zone rurale au QUÉBEC, 4<sup>ème</sup> Ed, institut national de la santé publique du QUÉBEC, Québec. 120p.

**Lakhdar L., 2015.** Evaluation de L'activité Antibactérienne d'huiles essentielles Marocaines Sur *Aggregatibacter Actinomycetemcomitans* : Etude In Vitro, Thèse de Doctorat, Université Mohamed V de Rabat, Maroc. 85p.

**Lane P. R. et Crosskey R. W., 1993.** Medical insects and arachnids, Chapman and Hall, London. 723p.

**Larbi C.Y., 2015.** Diversité et Caractérisation des habitats des Diptères (Diptera, *Culicidae*) de la région de Chetouane (Tlemcen), Thèse de Master en Pathologies des

Ecosystèmes, Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Abou Bekr Belkaïd –Tlemcen, Algérie. 4p.

**Limoges., 2002.** Les moustiques *Culex pipiens* Diptères Nématocères Culicidae.77p.

**Lobo J.M., Lumaret J.P. et Jay Robert P., 1997.** Les atlas faunistiques comme outils d'analyse spatiale spatiale de la biodiversité, Ann Soc Entomol fr. (N.S), 33(2): 129 -138.

**Louis P., Boulevard P. et Raffelstrasse S., 2010.**Plantes médicinales, Alpen, Tilier 45012 Paris, France.118p.

**Lounaci Z., 2003.** Biosystématique et bioécologie dse Culicidae (Diptera, Nematocera) en milieux rural et agricole, Thèse Magister en Biologie, El-Harrach-Algérie. 35p.

**Margot P., 2010.** Evolution de la résistance au bactério-insecticide *Bti* chez les moustiques, Thèse de Docteur en Biologie, Ecologie et Environnement, Université de Grenoble, France. 57p.

**Maurille S., 2005.** Les substances répulsives dans la protection du voyageur contre les piquûres d'arthropodes hématophages : étude comparée du DEET (N,N-diéthyl-m-toluamide), Thèse d'exercice : Pharmacie, Faculté de pharmacie d'Angers. 92 p.

**Mebarki N., 2010.** Extraction de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* et application à la formulation d'une forme médicamenteuse-antimicrobienne, Thèse de Magister en Génie des procédés chimiques et pharmaceutiques, Université M'hamed Bougara - Bumerdes, Algérie. 35p.

**Medjdoub T., 2015.** Etudes Systématique et Bioécologie des culicidés des zones rurales et urbaines de la région de Laghouat, Département de Biologie, Faculté des Sciences, Thèse de Master Parasitologie et interactions négatives, Université Amar Telidji – Laghouat, Algérie. 5- 18- 23 - 66 p.

**Mimouni A.S., 2014.** Evaluation la richesse floristique de différents projets de fixation des dunes au niveau de la région de Laghouat, Mémoire Master Ecologie et Environnement, Université Amar Telidji-Laghouat, Algérie. 20 p.

**Mohanty S.S., Raghavendr K., Mittal P.K. et Dash A.P., 2008.** Efficacy of culture filtrates of *Metarhizium anisopliae* against larvae of *Anopheles stephensi* and *Culex quinquefasciatus*, Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, 35: 1199 - 1202.

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

**Nedjraoui D. et Bédrani S., 2008.** La désertification dans les steppes algériennes.

**O.M.S., 1999.** La lutte antivectorielle - Méthodes à usage individuel et communautaire -Sous la direction de Jan A. Rozendaal (OMS, 1999).

**O.M.S., 1973.** Lutte antivectorielle en santé internationale, Genève.156p.

**O.M.S., 2003.** Entomologie du paludisme et contrôle des vecteurs: Guide du stagiaire. Provisoire, OMS, Genève. 100p.

**O.N.M., 2017.** Office National de la Météorologie Bulletin d'information climatique sur la wilaya de Laghouat.

**O.N.M., 2017** Office National de Météorologie Bulletin d'information climatique sur la wilaya de Djelfa.

**Ouali Y. et Chaknane N., 2016.** Etude de l'activité antioxydante et antibactérienne des extraits phénoliques et les huiles essentielles de trois plantes médicinales locales (*Marrubium Vlgare*, *Malva Parviflora*, *Cotula cinerea*), Thèse de Master, Université Amar Thelidji – Laghouat, Algérie. 19p.

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

**Pavan M., 1986.** Una revolutione. Cultural. Europea, La "carta sugli invertebrate" delonsiglio d'europa, Pubblicazioni dell' Institute entonologico, Universita di Pavia, 33: 1 - 51.

**Pouget M., 1980.** Les Relations Sol- Végétation Dans Steppes Sud Algéroises, Ed. O.R.S.T.O.M, Paris, France. 467p.

**Prévost P., 1999.** Les bases de l'agriculture, 2<sup>eme</sup> édition, Ed. Technique et Documentation, Paris, France. 243p.

**Quezel P. et Santa S., 1962-1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, C.N.R.S, Paris. Tome I (1962), tome II (1963), Vol. 1170 p.

- Qutubuddin M., 1960.** Mosquito studies in the Indian subregion, Part I Taxonomy - Abrief review. 133p.
- R.C.D (Réserve de Chasse de Djelfa), 2002.** Projet d'un plan de gestion de la réserve de chasse d'Ain Maâbad (W. Djelfa). 86p.
- Ramade F., 1984.** Eléments d'écologie – Ecologie fondamentale, Ed. Mc Graw-Hill, Paris, France. 397p.
- Ramos H.C. et Brunhes J., 2004.** Insecta, Diptera, Culicidae, Uranotaenia, Faune de Madagascar 91, Ed. IRD Editons, CIRAD, MNHN-Paris, Montpellier. 463p.
- Randriannarivelo R., 2010.** Etude de L'activité Antimicrobienne d'une Plante Endémique de Madagascar « *Cinnamosma Fragrans* », alternative aux Antibiotiques en Crevetticulture, Thèse de Doctorat en Science de la vie, Université D'antananarivo. 73 p.
- Rioux J. A., 1958.** Les Culicides de « Midi méditerranéen », enc. Ent., XXX, P. Le chevalier, Paris : 1- 303
- Rioux J.A., Juminer B., Kchouk M. et Croset H., 1965.** Présence du caractère autogène chez *Culex pipiens* dans un biotope épigé de l'Ile de Djerba, Arch Inst Pasteur Tunis, 42: 1-8.
- Rodhain F. et Perez C., 1985.** Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Ch: 3: Les moustiques : systématique et biologie, Maloine S.A, 49 (54) : 77 - 111.
- Rodhain F. et Perez C., 1985.** Précis d'entomologie médicale et vétérinaire, Ed. Maloine S. A, Paris, France. 458p.
- Rombi M. et Dominique R., 2007.** 120 Plantes médicinales : Composition, mode d'action et intérêt thérapeutique 9<sup>ème</sup> Ed, Alpen, France. 398 - 399 - 400p.
- Sayah M. Y., 2011.** Activité larvicide des extraits de plantes aromatiques sur les larves de moustiques vecteurs de maladies parasitaires, Thèse de Master sciences et techniques : CMBA chimie des molécules bio actives, Laboratoire régional de diagnostic épidémiologique et d'hygiène du milieu de fès / l'institut national des plantes médicinales et aromatiques, Maroc. 45 - 70p.
- Seguy E., 1923.** Les moustiques de France, Ed, Paul Lechevalier, Paris, France. 225 p.
- Seguy E., 1950.** La biologie des diptères, Encycl. Entomo. XXVI, Ed, Paul le chevalier, Paris, France. 16p.

- Seguy E., 1951.** Nouvel Atlas d'entomologie des Diptères de France, Belgique et Suisse, Tomes 1 et 2 Boubée, 19 - 38 - 67- 84 -109 p.
- Seltzer P., 1946.** Le climat de l'Algérie : L'institut de météorologie et de physique du Globe de l'Algérie, La typo, Lith. 220p.
- Senevet G. et Andarelli L., 1954.** Le genre *Aedes* en Afrique du Nord, I : Les larves. Arch. Inst. Past. Algérie, 32 : 310-351.
- Senevet G. et Anderlli L., 1956.** Les *Anophèles* de l'Afrique du Nord et du bassin méditerranéen, Encycl. Ent, Paris, France, 33 (280) : 666-674.
- Serradj N., 2010.** Etude comparative de deux molécules, le méthoxyfinozide (RH-2485) et le *Bacillus thuringiensis* var. *israëlis* (Vecto Bac W.D .G 3000 UTI/mg) à l'égard des larves de *Culiseta morsitans* : Aspects toxicologiques et le potentiel reproducteur, Thèse de Magistère en Biologie et physiologie animal, Universités Badji Mokhtar - Annaba, Algérie. 8p.
- Siengre G., 1974.** Contribution à l'étude physiologique d'*Aedes*.
- Smail M., 1991.** Aspect de l'aménagement de la steppe algérienne dans la wilaya de Djelfa, Thèse de doctorat, Universités PAUL VALERY, Montpellier III, Montpellier. 45p.
- S.M.V. et S.F.P., 2010.** Société de médecine des voyages et Société française de parasitologie, Recommandations de bonne pratique – Texte court : « protection personnelle anti-vectorielle ou protection contre les insectes piqueurs et les tiques ».
- Snodgrass R.E., 1959.** The anatomical life of the Mosquito, Smiths.misc.Coll, 139 (8): 1- 87.
- Stewart P. H., 1969.** Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique, Bull. Doc .Inst. Nat, Agro, El Harrach, Algeria. 24p.
- Stone A., Knight K. L. et Starcke H., 1959.** A synoptic catalog of mosquitoes of the world. Ent. Soc, Ed, America, Washington. 358p. Systématique et Ecologique, Ed. Paul l chevalier, Paris, France. 301p.
- Tabti F., 2015.** Contribution a l'étude de la biodiversité et l'écologie des culicidés (Diptera, Culicidae) dans la région de Mghnia (Tlemcen), Thèse de Master en Ecologie et Environnement, Université Abou Bekr Belkaid – Tlemcen, Algérie. 66p.
- Tahraoui C., 2008.** Abondance saisonnière et biodiversité des Culicidae dans les subéaies d'El-Kala, Thèse Doctorat, Universités de El Kala – Algérie. 85p.

- Tahraoui C., 2012.** Abondance saisonnière des Culicidae dans l'écosystème humide du parc national d'El-Kala. Identification et lutte, Thèse de Magistère en Biologie Environnementale, Université Badji Mokhtar – Annaba, Algérie. 19p.
- Tetreau G., 2012.** Devenir du Bioinsecticide Bti dans l'environnement et impact sur le développement de résistances chez le moustique, Thèse de Doctorat, L'université de Grenoble. 56p.
- Touill, S., 2005.** Systématique d'écologie de quelques groupes de la pédofaune : cas de Sénalba Chergui, Mémoire Ingénieure, Centre universitaire de Djelfa, Algerie. 68p.
- Toure D., 2015.** Etudes chimique et biologique des huiles Essentielles de quatre plantes Aromatiques médicinales de côte d'ivoire, Thèse de Doctorat, L'université Félix Houphouët- Boigny, République De Cote D'ivoire. 40p.
- Veyret Y., 2004.** Geo-environnement, France : Armande colin. 185p.
- Whitehead S., Blaney J. et Durbin A., 2007.** Prospects for a dengue virus vaccine. *Nature Reviews Microbiology*, 5:518 - 528.
- Wilson M. et Henderson B., 1995.** Virulence factors of *Actinobacillus actinomycetemcomitans* relevant to the pathogenesis of inflammatory periodontal diseases, *FEMS Microbiol Rev*, 17(4): 365 - 79.
- Wood D.M., Dang P.T. et Ellis R.A., 1979.** The Mosquitoes of Canada (Diptera: Culicidae), Canadian Department of Agriculture Publication, Ottawa, Canada. 390p.
- Yahyaoui N., 2005.** Extraction, analyse et évaluation de l'effet insecticide des huiles essentielles de *Menthe Spicata* L sur *Rhyzoperlhu dominicu* (Coleoptera, Bostrychidae) et *Tribolium confusum* (Duv.) (Coleoptera, Tenebrionidae), Thèse de Magister en sciences agronomiques, INA, El-Harrach, Aldiere. 36p.
- Zine elabidine K., 2012.** Risques infectieux au pèlerinage aux lieux saints de l'islam, Thèse du doctorat en pharmacie, Université Mohammed V Faculté de Médecine et de Pharmacie –Rabat, Maroc. 55p.

## Webographie

Web01: [www.botanical-online.com](http://www.botanical-online.com)

Web 02: [www.lapresse.com](http://www.lapresse.com)

Web 03: [www.nationalgeographic.com](http://www.nationalgeographic.com)

Web 04: [www.portalsaofrancisco.com](http://www.portalsaofrancisco.com)

Web 05: [www.slideshare.com](http://www.slideshare.com)

Web 06: [www.topnews.com](http://www.topnews.com)

Web 07: [www.topwalks.com](http://www.topwalks.com)

Web 09: [www.unicef.com](http://www.unicef.com)

[www.Google Earth](http://www.Google Earth), 2017

# Annexes

## Annexe 1 : Plantes médicinales de la région de Djelfa

| Nom scientifique                       | Nom commun            | Non vernaculaire (Arabe) | Famille       |
|----------------------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------|
| <i>Agropyron repens (L)</i>            | Chiendent commun      | قزمير                    | POACEAE       |
| <i>Ajuga iva</i>                       | ivette musquée        | شندقورة                  | LAMIACEAE     |
| <i>Anthemis arvensis</i>               | Camomille             | بابونج                   | ASTERACEAE    |
| <i>Artemisia compestris</i>            | Armoise chempêtre     | دققت                     | ASTERACEAE    |
| <i>Artemisia herba alba</i>            | Armoise blanche       | الشيخ                    | ASTERACEAE    |
| <i>Asphodelus microcarpus</i>          | Asphodel              | برواق                    | ASPHODELACEAE |
| <i>Borago officinalis</i>              | Bourrache             | حرشة- بوخريش             | BORAGINACEAE  |
| <i>Calendula officinalis L.</i>        | Souci officinal       | جمر                      | ASTERACEAE    |
| <i>Ceratonia siliqua</i>               | Caroubier             | خروب                     | FABACEAE      |
| <i>Cichorium intybus L</i>             | Chicorée amère        | سريس-هندبا               | ASTERACEAE    |
| <i>Cupressus sempervirens</i>          | Cyprés toujours vert  | الصرو                    | CUPRESSACEAE  |
| <i>Eucalyptus camaldulensis</i>        | Eucalyptus            | الكاليتوس                | MYRTACEAE     |
| <i>Fraxinus oxyphylla</i>              | Frêne                 | دردار                    | OLEACEAE      |
| <i>Hedera helix</i>                    | Lierre grimpant       | لوأي                     | ARALIACEAE    |
| <i>Juglans regia</i>                   | Noyer                 | الجوزة                   | JUGLANDACEAE  |
| <i>Juniperus oxycedrus</i>             | Génévrier d'oxycèdre  | العرعار                  | CUPRESSACEAE  |
| <i>Lavandula stoechas</i>              | Lavande sauvage       | حلحال – خزامة            | LAMIACEAE     |
| <i>Lepidium sativum</i>                | Cresson Alenois       | حب الرشاد                | BRASSICACEAE  |
| <i>Marrubium vulgare</i>               | Marrube Blanc         | بذ الورد                 | LAMIACEAE     |
| <i>Nerium oleander</i>                 | Laurier rose          | الدقلة                   | APOCYNACEAE   |
| <i>Ocimum basilicum L.</i>             | Basilic               | الحبق                    | LAMIACEAE     |
| <i>Olea europea var oleastre</i>       | Olivier Sauvage       | الزيتون                  | OLEACEAE      |
| <i>Opuntia ficus-indica (L.) Mill.</i> | Figuier de Barbarie   | الهندي                   | CACTACEAE     |
| <i>Origanum compactum Benth.</i>       | Origan                | ز عتر                    | LAMIACEAE     |
| <i>Papaver rhoeas</i>                  | Coquelicot            | بن النعمان               | PAPAVERACEAE  |
| <i>Peganum harmala</i>                 | Pegane-harmel         | الحرمل                   | NITRARIACEAE  |
| <i>Pinus halepensis</i>                | Pin d'Alep            | الصنوبر                  | PINACEAE      |
| <i>Pistacia atlantica</i>              | Pistachier de l'atlas | بطمة                     | ANACARDIACEAE |
| <i>Pistacia lentisque</i>              | Lentisque             | الذرو                    | ANACARDIACEAE |
| <i>Populus alba</i>                    | Peuplier blanc        | الصفصاف                  | SALICACEAE    |
| <i>Rosa canina L.</i>                  | Eglantier             | ورد النسري               | ROSACEAE      |
| <i>Rosmarinus officinalis</i>          | Romarin               | اكليل الجبل              | LAMIACEAE     |
| <i>Ruta montana</i>                    | Rue                   | فجلة                     | RUTACEAE      |
| <i>Salvia officinalis</i>              | Sauge                 | سواك النبي               | LAMIACEAE     |
| <i>Taraxacum officinale</i>            | Pissenlit             | تفاف                     | ASTERACEAE    |
| <i>Thymus algeriensis</i>              | Thym                  | زعيرة                    | LAMIACEAE     |
| <i>Urtica dioica</i>                   | Ortie (grande)        | الحريق                   | URTICACEAE    |
| <i>Zizyphus lotus</i>                  | Jujubier sauvage      | السدر                    | RHAMNACEAE    |

## Annexe 2 : Les données climatiques de Laghouat et Djelfa

**Tableau 01 :** Les températures moyennes mensuelles enregistrées à Laghouat en 1996-2016

| Mois  | Jan | Fév  | M     | Av    | Mai   | Jui   | Juil  | Aou  | Sep   | Oct   | Nov   | Déc | Moy   |
|-------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-----|-------|
| T(C°) | 8.3 | 9.85 | 13.76 | 17.04 | 22.59 | 28.06 | 32.08 | 30.3 | 28.35 | 19.78 | 12.76 | 9.3 | 19.10 |

Source : O.N .M. Laghouat, 2017

**Tableau 02 :** Les précipitations moyennes mensuelles enregistrées à Laghouat en 1996-2016

| Mois   | Jan   | Fév  | M     | Av   | Mai  | Jui  | Juil | Aou   | Sep   | Oct   | Nov  | Déc   | Cumul  |
|--------|-------|------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|--------|
| P (mm) | 13.28 | 6.46 | 11.03 | 18.4 | 9.95 | 9.16 | 6.3  | 12.65 | 26.32 | 18.36 | 9.44 | 18.35 | 159.75 |

Source : O.N .M. Laghouat, 2017

**Tableau 03 :** Moyennes mensuelles de l'humidité exprimées en (%) pour la période s'étendant entre 2004 à 2016

| Mois | Jan   | Fév   | M     | Av   | Mai   | Jui   | Juil  | Aou   | Sep   | Oct   | Nov   | Déc   | Moy   |
|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| H %  | 64,38 | 56,74 | 44,76 | 43,1 | 38,79 | 34,76 | 27,20 | 30,33 | 44,54 | 53,10 | 59,22 | 65,24 | 46,85 |

Source : O.N .M. Laghouat, 2017

**Tableau 04 :** Moyennes mensuelles de la vitesse du vent (m/s) (2004-2016)

| Mois   | Jan  | Fév | M    | Av   | Mai  | Jui  | Juil | Aou  | Sep  | Oct  | Nov  | Déc  | Moy  |
|--------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| V(m/s) | 2.61 | 2.9 | 3.23 | 3.88 | 3,70 | 3,58 | 4.12 | 3.73 | 3.59 | 4.39 | 4.64 | 4.67 | 3.69 |

Source : O.N .M. Laghouat, 2017

**Tableau 05 :** Températures moyennes mensuelles (°C) enregistrées à Djelfa entre 2002-2012

| Mois   | Jan  | Fév  | M     | Avr  | Mai   | jui  | Juil  | Aout  | Sep   | Oct   | Nov   | Déc  | Moy   |
|--------|------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| T (°C) | 5,36 | 6,38 | 10,91 | 14,2 | 19,41 | 25,6 | 30,44 | 29,28 | 22,81 | 17,45 | 10,94 | 6,38 | 16,59 |

Source : O.N.M., Djelfa, 2017

**Tableau 06 :** Les précipitations moyennes mensuelles enregistrées à Djelfa entre 2002-2012

| Mois   | Jan   | Fév   | M     | Avr   | Mai   | jui   | Juil  | Aout  | Sep   | Oct   | Nov   | Déc   | Cumule |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| P (mm) | 28,13 | 29,34 | 28,72 | 42,37 | 31,58 | 17,24 | 16,89 | 25,89 | 17,96 | 32,21 | 32,68 | 26,75 | 329,76 |

Source : O.N.M., Djelfa, 2017

**Tableau 07 :** Vitesses moyennes mensuelles de vent, enregistrées à Djelfa entre 2002-2012

| Mois    | Jan  | Fév  | Mar  | Avr  | Mai  | Jui  | Juil | Aou  | Sep  | Oct  | Nov  | Déc  |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| V (m/s) | 4.05 | 4.43 | 4.45 | 5.18 | 4.51 | 3.84 | 3.75 | 3.36 | 3.59 | 3.59 | 3.97 | 4.15 |

Source : O.N.M., Djelfa, 2017

**Tableau 08 :** Les valeurs d'humidité moyennes mensuelles enregistrées à Djelfa entre 2002-2012

| Mois  | Jan | Fév | Mars | Avr | Mai | juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Dec |
|-------|-----|-----|------|-----|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| H (%) | 4,1 | 4,4 | 4,6  | 5,0 | 4,6 | 4,0  | 3,6  | 3,5  | 3,5 | 3,8 | 4,2 | 4,2 |

Source : O.N.M., Djelfa, 2017

**Tableau 09 :** Nombre moyen des jours de gelée durant la période (2002-2012)

| Mois   | Jan   | Fév  | M    | Avr  | Mai | Jui | Juil | Aou | Sep | Oct | Nov  | Déc  |
|--------|-------|------|------|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|------|
| N.J.G. | 10.66 | 7.25 | 3.08 | 1.41 | 0   | 0   | 0    | 0   | 0   | 0   | 3.16 | 7.33 |

Source : O.N.M., Djelfa, 2017

### Annexe 3 : Technique de préparation de montage des larves et adultes des Culicidées

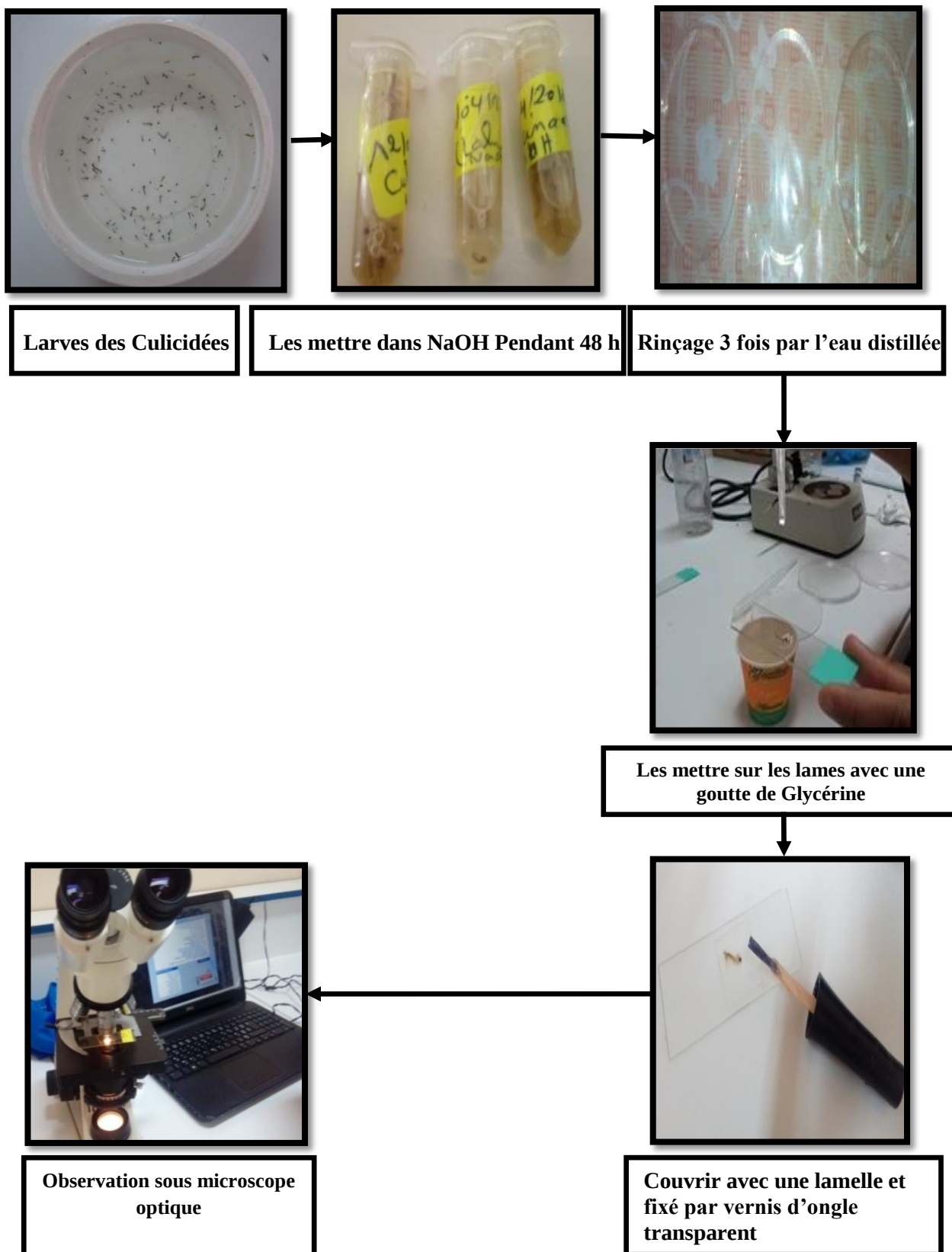
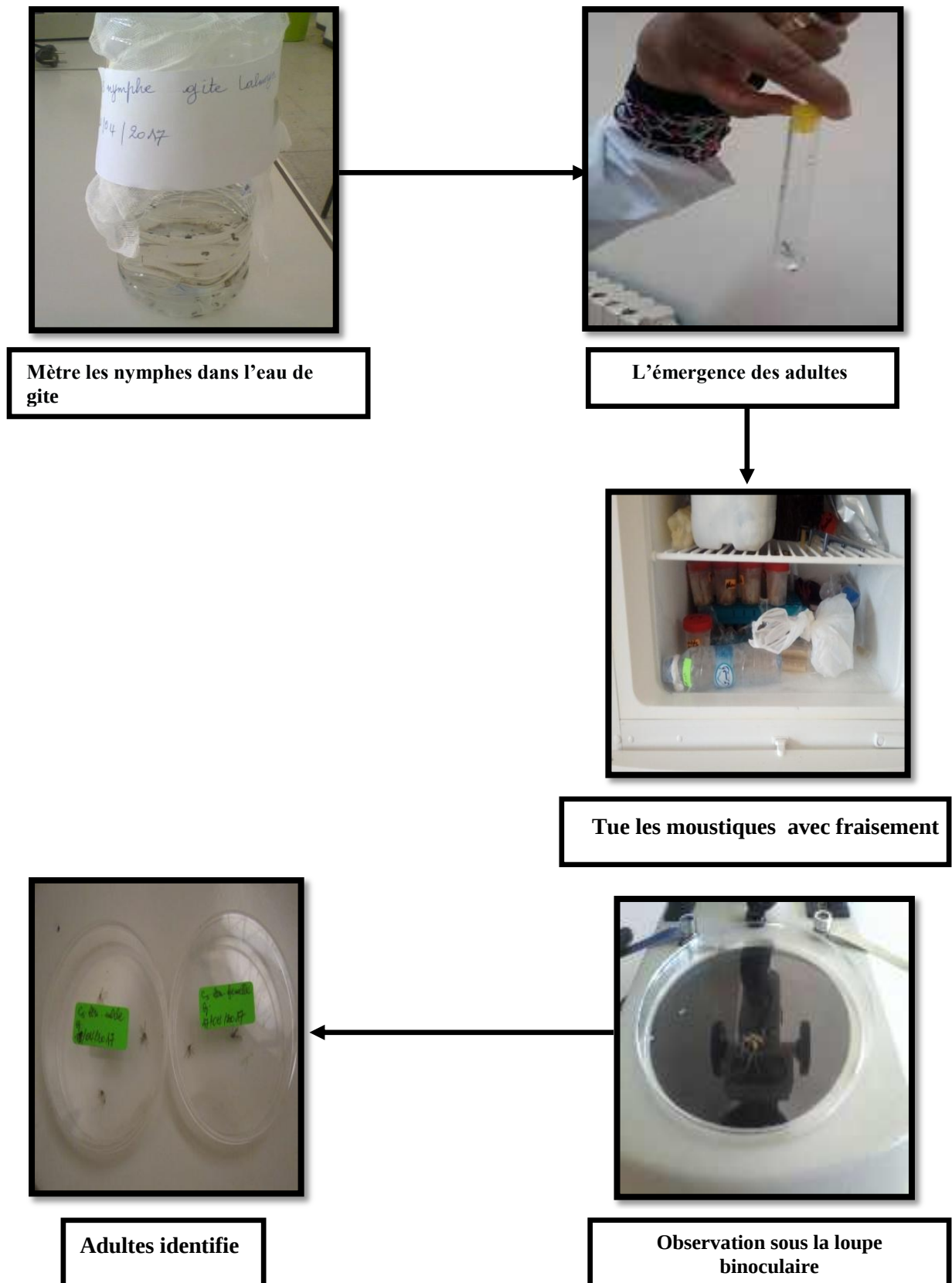


Figure 01 : Technique de préparation de montage des larves des Culicidées (Original, 2017)



**Figure 02** : Technique de préparation de montage des larves des Culicidées (Original, 2017)