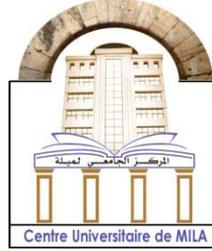


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



**Centre Universitaire Abdelhafid BOUSSOUF- Mila**

**Institut des Sciences et de la Technologie**

**Département des Sciences de la Nature et de la Vie**

**Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de  
Master**

**Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie**

**Filière : Ecologie et environnement**

**Spécialité : Protection des Ecosystèmes**

**Thème :**

**Etude bibliographique des Odonates dans le Nord-Est  
Algérien.**

**Présenté par :**

- BOUOUDINE Widad
- MECHEKKEF Farid
- MERIZEK Aya

**Devant le jury :**

M<sup>me</sup> DOUAFER Louisa

MCB Centre Universitaire de Mila

**Présidente**

M<sup>me</sup> KADECH Lilia

MCB Centre Universitaire de Mila

**Examinatrice**

M<sup>me</sup> BENSAXHRI Zinette

MCB Centre Universitaire de Mila

**Promotrice**

**Année Universitaire : 2021/2022**

## **Remerciements**

*Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout-puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce travail et arriver à ce stade scientifique.*

*Nous adressons mes sincères remerciements aux membres du jury qui ont accepté d'évaluer ce modeste travail :*

*Mme « **DOUAJER Louisa** » maître de conférences (B) à l'Université de Abdelhafid Boussouf-Mila pour avoir accepté de présider le jury de notre soutenance.*

*Mme « **KEDACHE Lilia** » maître de conférences (B) à l'Université de Abdelhafid Boussouf-Mila d'avoir accepté d'examiner notre travail.*

*Nous les remercions de nous honorer par leur présence et d'enrichir notre travail avec leurs précieux conseils.*

*Un grand merci à notre agréable encadreur Mme « **BENSAKHRI Zinette** » maître de conférences (B) à l'Université de Abdelhafid Boussouf-Mila d'avoir accepté de diriger et encadrer ce travail et pour la qualité de son encadrement. Ses conseils, sa rigueur scientifique ainsi que sa gentillesse, sa patience, sa disponibilité durant la préparation de ce mémoire, que Dieu la garde et la bénisse tous le long de sa vie.*

*Nous tenais à remercier tous les enseignants Du département des sciences de la nature et de la vie,*

*Et aussi l'ensemble du personnel de centre université*

***Abdelhafid Boussouf-Mila.***

*Enfin, merci à tous ceux qui nous ont aidés d'une façon ou d'une autre, De près ou de loin, à l'élaboration de ce mémoire.*

## *Dédicace*

*Grâce à Dieu*

*Je dédie ce travail à :*

*La prunelle de mes yeux, celle qui fait l'impossible pour me donner le bonheur et qui a sacrifié pour me permet de poursuivre mes études jusqu'à ce jour*

*.... À mon cher père «Bououdine Saïd»*

*À Ma précieuse perle, celle qui m'a guidé vers la voie de la réussite par ses conseils et ses encouragements*

*.... À ma chère mère «Boulkaraa Fadja»*

*Qui je souhaiterais une longue vie...*

*Mes parents, merci pour votre amour et votre soutien inconditionnels quels que soient mes choix. Merci pour tout.*

*Je vous aime...*

*À Mes sœurs : Nadaï, Ahlam, Zina*

*Et*

*À mon cher frère Ali*

*Qui a toujours été là pour moi, dans les bons et les mauvais moments...*

*Merci d'être là, Tout simplement, je vous aime.*

*À ma Famille...*

*À mes amies...*

*Un grand merci à toutes les autres personnes avec qui j'ai partagé un moment de bonheur et de joie, un café ou un trajet...*

*WIDAD...*

## *Dédicaces*

*Grâce à Dieu*

*J'ai pu finir ce travail et je le dédie*

*À ma très cher mère **Fatima habila***

*Qui m'a éclairée mon chemin et qui m'a encouragé je n'oublie pas ses  
sacrifices : l'amour qui m'a donné pour leur encouragement*

*Je vous souhaite que vous habitiez les paradis.*

*À la mémoire de mon très cher père **Mohamed MECHEKKEF***

*Qui n'a pu voir les fruits de ce travail...*

*Mes parents, merci pour votre amour et votre soutien inconditionnels  
quels que soient mes choix. Merci pour tout.*

*Je vous aime...*

*À ma chère femme **MERYEM***

*Qui m'encourage toute le période de réalisation de ce travail*

*À mes sœurs : **Noura, Hassina et Dalila***

*Qui a toujours été là pour moi, dans les bons et les mauvais moments...*

*Merci d'être là,*

*Tout simplement, Je t'aime.*

*À mes amis...*

*Un grand merci à toutes les autres personnes avec qui j'ai partagé un  
moment de bonheur et de joie, un café ou un trajet...*

*Farid...*

## *Dédicaces*

*Grâce à Dieu*

*J'ai pu finir ce travail Et je le dédie*

*À mon père : **Azzeddine***

*Qui m'a soutenu dans les moments difficiles*

*À ma mère : **Aldjia***

*Qui m'a donné la vie et le courage de continuer mon chemin*

*Mes parents, merci pour votre amour et votre soutien inconditionnels  
quels que soient mes choix. Merci pour tout.*

*Je vous aime...*

*À mes sœurs :*

***RIMA et SORAYA***

*À mes frères :*

***YAZID et CHAABANE***

*Qui a toujours été là pour moi, dans les bons et les mauvais moments...*

*Merci d'être là, Tout simplement, Je t'aime.*

*À ma famille...*

*À mes amis...*

*Un grand merci à toutes les autres personnes avec qui j'ai partagé un  
moment de bonheur et de joie, un café ou un trajet...*

*AYA...*

# Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction générale ..... 1

## Chapitre 1 : Le modèle biologique et écologique des Odonates

Introduction ..... 4

1. Généralités sur les odonates ..... 5

1.1. Etymologie du nom odonate ..... 5

1.2. Etymologie du nom libellules ..... 5

1.3. Libellules dans l'histoire de l'humanité ..... 5

1.4. L'origine et évolution des Odonates ..... 6

1.5. Systématique ..... 7

1.6. Classification ..... 7

1.6.1. Anisoptères ..... 7

1.6.2. Les Zygoptères ..... 8

1.6.3. Anisozygoptères ..... 9

2. Morphologie et anatomie des Odonates ..... 11

2.1. Larve ..... 11

2.1.1. Tête ..... 12

2.1.2. Thorax ..... 13

2.1.3. Pattes ..... 13

2.1.4. Abdomen ..... 13

|   |    |
|---|----|
| 2.2. Adultes « Imago » .....                    | 15 |
| 2.2.1. La tête .....                            | 15 |
| 2.2.2. Thorax.....                              | 16 |
| 2.2.3. Les pattes .....                         | 16 |
| 2.2.4. Les ailles .....                         | 16 |
| 2.2.5. Abdomen.....                             | 17 |
| 2.2.6. Appareil génital.....                    | 17 |
| 3. Cycle biologique des odonates.....           | 18 |
| 3.1. Oviposition .....                          | 19 |
| 3.2. Stade Œuf .....                            | 20 |
| 3.3 Stade larvaire .....                        | 22 |
| 3.3.1 Mortalité .....                           | 22 |
| 3.3.2. Parasitisme .....                        | 23 |
| 3.3.3. Taux de la croissance larvaire.....      | 23 |
| 3.3.4. Métamorphose.....                        | 23 |
| 3.4. L'émergence .....                          | 24 |
| 3.4.1 La période de maturation.....             | 25 |
| 3.4.2 La période reproductive.....              | 25 |
| 3.4.3 Période post-reproductive.....            | 26 |
| 3.4.4. Migration et dispersion des adultes..... | 26 |
| 4. Ecologie des odonates.....                   | 27 |
| 4.1. Habitat .....                              | 27 |
| 4.2. Réseaux trophiques .....                   | 28 |
| 4.3. Parasitisme .....                          | 30 |
| 4.4. Odonates comme bio indicateurs .....       | 31 |
| 4.5. Mouvement et déplacement.....              | 31 |
| 4.6. Régime alimentaire .....                   | 31 |

|  |    |
|--|----|
| 4.6.1. Régime alimentaire des larves ..... | 31 |
| 4.6.2. Régime alimentaire des adultes..... | 32 |
| 4.7. Rôle environnemental.....             | 32 |
| 4.8. Migration .....                       | 32 |
| 4.9. Menace Odonates.....                  | 33 |
| 4.10. Statut et conservation .....         | 34 |
| 4.11. La longévité .....                   | 35 |

## **Chapitre 2 : Matériel et méthodes**

|  |    |
|--|----|
| 1. Matériel et méthodes.....                               | 37 |
| 2. Présentation de la région étudiée .....                 | 37 |
| 3. Le climat .....   | 38 |
| 3.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson ..... | 38 |
| 3.1.1. La willaya de Guelma.....                           | 39 |
| 3.1.2. La willaya d’Annaba .....                           | 39 |
| 3.1.3. La willaya d’El Tarf .....                          | 40 |
| 3.2. Climagramme d’Emberger .....                          | 41 |
| 3.2.1. La willaya de Guelma.....                           | 41 |
| 3.2.2. La willaya d’Annaba .....                           | 42 |
| 3.2.3. La willaya d’El Tarf .....                          | 43 |

## **Chapitre 3 : Résultats et Discussion**

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 1. Résultat .....                 | 46 |
| 2. Discussion .....               | 51 |
| Conclusion générale .....         | 54 |
| Références bibliographiques ..... | 56 |
| Résumé.....                       | 66 |
| Annexes .....                     | 70 |



## Liste des tableaux

|  |    |
|--|----|
| <b>Tableau 1</b> : La différence entre les adultes des Odonates .....  | 11 |
| <b>Tableau 2</b> : Les différents genres d'Odonates publiée pour les 03 Wilayas (Guelma, Annaba, et El-Tarf) .....   | 46 |
| <b>Tableau 3</b> : Description des résultats dans la littérature sur les odonates recensés aux niveaux des trois Wilayas (Guelma, Annaba, El-Tarf) dans le Nord-est Algérien. .... | 50 |

## Liste des figures

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure 1</b> : Fossiles de libellules.....  | 7  |
| <b>Figure 2</b> : Fossiles de larves de libellules .....   | 7  |
| <b>Figure 3</b> : Différentes espèces d'Anisoptères adultes .....  | 8  |
| <b>Figure 4</b> : Différentes espèces de Zygoptères adultes .....  | 9  |
| <b>Figure 5</b> : Epiophlebiidae : <i>Epiophlebiasuperstes</i> .....   | 10 |
| <b>Figure 6</b> : La classification actuelle des familles des Odonates.....  | 10 |
| <b>Figure 7</b> : Morphologie générale des larves d'Odonates.....  | 12 |
| <b>Figure 8</b> : Pièces buccales de la larve d'Odonates .....   | 13 |
| <b>Figure 9</b> : l'extrémité de l'abdomen chez les Zygoptères et les Anisoptères .....                                      | 14 |
| <b>Figure 10</b> : Schéma organisationnel d'une libellule adulte .....   | 15 |
| <b>Figure 11</b> : Tête d'un Zygoptère et d'un Anisoptère vue de dessus.....   | 16 |
| <b>Figure 12</b> : Structure des ailes de libellule.....   | 17 |
| <b>Figure 13</b> : Cycle de vie des odonates .....   | 18 |
| <b>Figure 14</b> : Ponte endophyte .....   | 19 |
| <b>Figure 15</b> : Ponte épiphyte .....  | 20 |
| <b>Figure 16</b> : Ponte éxophyte .....  | 20 |
| <b>Figure 17</b> : La forme des œufs : (A) allongé <i>Argia insipida</i> , (B) arrondi <i>Sympetrum meridionale</i><br>..... | 21 |
| <b>Figure 18</b> : Larve d'odonate (A : Zygoptère, B : Anisoptère) .....   | 22 |
| <b>Figure 19</b> : La métamorphose de l'imago .....  | 24 |
| <b>Figure 20</b> : Exuvies posés sur divers supports (A: végétation, B: roche, C: arbre) .....                               | 25 |
| <b>Figure 21</b> : Cœur d'accouplement ( <i>Pyrhososma nymphula</i> ).....   | 26 |
| <b>Figure 22</b> : Rivière calme type riche en libellules.....   | 28 |
| <b>Figure 23</b> : Les Odonates dans la chaîne trophique .....   | 29 |
| <b>Figure 24</b> : Prédation de libellule (A : par un batracien ; B : par un oiseau.) .....                                  | 29 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure 25 :</b> Cordulimétabale que <i>Somatochlorametalica</i> à la pointe de l'abdomen Infestée d'hydracariens .....                               | 30 |
| <b>Figure 26 :</b> localisation de la région d'étude.....   | 38 |
| <b>Figure 27 :</b> Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la station de Guelma (période : 2002-2017) .....                                  | 39 |
| <b>Figure 28 :</b> Diagrammes Ombrothermiques de Bagnouls et Gausson de la station d'Annaba (période : 1985 - 2012) .....                               | 40 |
| <b>Figure 29 :</b> Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la région d'El-Tarf (période : 1988 - 2018). .....                                | 40 |
| <b>Figure 30 :</b> Situation de Guelma dans le climagramme d'Emberger .....   | 42 |
| <b>Figure 31 :</b> Situation d'Annaba dans le climagramme d'Emberger .....  | 43 |
| <b>Figure 32 :</b> Positionnement dans la wilaya d'El-Tarf (période 1988-2018) dans le climagramme d'Emberger.....                                      | 44 |
| <b>Figure 33 :</b> Répartition du Sous-ordre des Odonates identifiés dans les trois Wilayas (Guelma, Annaba, et El-Tarf) dans le Nord-Est algérien..... | 48 |
| <b>Figure 34 :</b> Répartition des odonates identifiés dans les trois Wilayas selon les types d'habitats dans le Nord-est Algérien. ....                | 49 |
| <b>Figure 35 :</b> Répartitions des espèces d'odonate selon les familles .....  | 49 |

## Liste des abréviations

**°C** : Degré Celsius.

**ha** : Hectare.

**K** : Kelvin.

**mm** : Millimètre.

**ONG** : Organisation non gouvernementale.

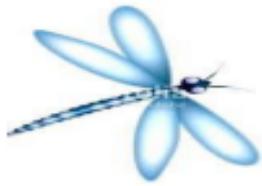
**P** : Précipitation.

**P-h** : Période humide.

**PNEK** : Parc national d'El Kala.

**T** : Température.

**UICN** : Union internationale pour la conservation de la nature.



# Introduction générale





### Introduction générale

Le bassin méditerranéen est l'une des zones les plus riches du monde en termes de diversité faunique et floristique et par conséquent considéré comme l'un des 25 hotspots mondial de la biodiversité (Medail & Quezel, 1997; Myers, Mittermeier, Mittermeier, da Fonseca & Kent, 2000). L'évaluation de l'odonatofaune de cette région a répertorié de 165 odonates, avec 19% des espèces classées menacées (3% en danger critique d'extinction, 8% en danger et 8% vulnérables) (Riservato *et al.*, 2009). La partie sud du bassin méditerranéen, c'est-à-dire l'Afrique du Nord, abrite 83 espèces qui représentent 50,3% de l'odonatofaune méditerranéenne, dont 14,3% des zygoptères et 4,2% des anisoptères sont endémiques (Samraoui *et al.*, 2010). Compte tenu des connaissances limitées sur les odonates locaux et de la pression anthropique croissante sur les habitats naturels, il est urgent de réévaluer la distribution et le statut des odonates locaux afin de conserver ces derniers.

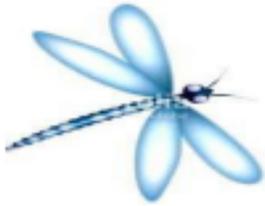
Ces insectes appartiennent à deux mondes complètement différents, le milieu aquatique où se développent les larves et le milieu aérien où tournent les adultes. Les adultes peuvent se disperser activement d'un habitat à un autre; cependant, le stade larvaire est généralement sédentaire, restant dans les sites de reproduction.

Les connaissances et le statut des libellules ne sont pas bien documentés en Algérie, sauf dans le Nord-Est du pays. En effet, au cours de ces deux dernières décennies, de nombreuses études sur les odonates algériens sont apparues, mais la plus part d'entre elles se concentre dans la Numidie (extrême Nord-Est du pays), dont les plus récentes sont celles de (Samraoui & Menai, 1999 ; Samraoui & Corbet, 2000 ; Khelifa *et al.*, 2011, 2013, 2016 ; Zebsa *et al.*, 2015 ; Guebailia *et al.*, 2016; Khelifa, 2017). En revanche, dans les autres régions du pays, les données disponibles demeurent inexistantes ou lacunaires. Avant la réalisation de la présente étude, les données disponibles sur l'odonatofaune de l'Algérie restent sous forme des articles scientifiques séparés sans information globale et complète à l'échelle nationale. C'est pour cela et dans le contexte de la conservation de ces insectes menacés et mal étudiés, l'objectif de notre travail est de réaliser une étude bibliographique et un inventaire global sur l'odonatofaune du Nord Est algérien en se basant sur les données des articles réalisés dans cette région.

Pour répondre à notre objectif, ce présent travail est structuré en trois chapitres :

- Le premier chapitre est consacré à la biologie et l'écologie des Odonates.
- Le deuxième chapitre décrit les méthodes utilisées ainsi que la région d'étude.

- Le troisième chapitre contient les principaux résultats et leur discussion.
- Enfin, le manuscrit se termine par une conclusion générale et des perspectives.



# **Chapitre 1 :**

## **Le modèle biologique et écologique des Odonates**



**Introduction**

Les Odonates sont parmi les plus anciens insectes ailés apparus sur la planète (Corbet, 2004 ; Grand & Boudot, 2006), ce qui a été confirmé par les fossiles découverts que l'origine de cet ordre remonte à la période permienne (Petrulevičius *et al.*, 2011 ; Dijkstra *et al.*, 2014).

Il était représenté à l'époque par de nombreuses espèces géantes avec des envergures allant jusqu'à 70 cm (Grimaldi & Engel, 2005 ; Beckemeyer & Hall, 2007).

Les taxonomistes depuis plusieurs années à ce jour ont classé les Odonates en deux grands sous-ordres : les Zygoptera ou « demoiselles » et les Epiproctophora composés de l'infra-ordre des Anisoptera ou « vraies libellules » et des Anisozygoptera, représentés uniquement par quelques espèces tropicales (Bechly *et al.*, 1996) .

En 2010, à partir d'une base de données, 10 superfamilles, 30 familles, 652 genres et 5952 espèces ont été identifiés. Soit une diversité modeste par rapport aux autres ordres d'insectes tels que les Coléoptera (300 000 espèces), les Diptera (150 000 espèces), les Hyménoptera (125 000 espèces) ou encore les Lépidoptera (120 000 espèces) (Grand & Boudot, 2006), et il y a encore la découverte de nouvelles espèces notamment sous les tropiques où la diversité est maximale (Grand & Boudot, 2006 ; Kalkman *et al.*, 2008).

Les Odonates sont des insectes qui portent le nom scientifique odonate, qui signifie mâchoire dentelée. Ces insectes occupent les milieux aquatiques végétaux dont ils dépendent principalement lors du processus de reproduction, qui sont de bons indicateurs de la fonction écologique des zones humides.

Les Odonates représentent une petite partie du monde des insectes, car il n'y a que 6000 espèces dans le monde contre 1,3 million d'espèces d'insectes.

Ces espèces souffrent de plusieurs menaces, telles que la dégradation ou la perte d'habitats et la pollution de l'eau. Par conséquent, les mesures nécessaires doivent être prises pour les préserver, telles que la restauration et le maintien des différents milieux dans lesquels elles vivent (D'authie, 2012).

## 1. Généralités sur les odonates

### 1.1. Etymologie du nom odonate

Le mot « *odonate* » a été introduit au XVIII<sup>e</sup> siècle par FABRICIUS, en raccourci pour «*odongnathes*». Il est composé de deux mots grecs : Odon qui signifie dent et Gnathos : mâchoire.

Donc cette dénomination fait référence à leurs puissantes mandibules dentées, typique de ces insectes, qu'ils utilisent pour capturer et maintenir leurs proies (Tillyard, 1928).

### 1.2. Etymologie du nom libellules

L'origine du mot « *Libellule* » est plus discutée : pour certains, c'est un diminutif du latin « *libellus* », petit livre, et que cette dénomination vient de ce que ces insectes gardent leurs ailes ouvertes comme les pages d'un livre. Pour d'autres « *Libellule* » vient du latin: « *libella* » signifiant niveau = balance, ce qui réfère à la position horizontale des ailes, pendant le vol ou le repos (Khettabi & Zemmar ; 2005).

### 1.3. Libellules dans l'histoire de l'humanité

La variété des noms folkloriques donnés aux libellules reflète l'influence des croyances et des mythes. Elle apparaît fortement au Moyen Age parmi la population mystique occidentale. "Mademoiselle" Une étiquette associée au charme, à l'élégance et à la tendresse. "Dame", jolie dame... "Mesdames" aux petites espèces qui se distinguent par leur corps long et leur taille étroite, « Aiguille du diable », « crève-œil », « Tire sang »...

- Dans la mythologie germanique, elle est associée à "Freyja" Déesse de la jeunesse et de l'amour.
- Ils étaient décorés de qualifications associées au diable, de reptiles et d'une appellation proche du dragon L'équivalent anglais du dragon volant est "libellule".
- Dans certains pays, la libellule était considérée comme de bon augure avant Pêcheurs (indique la présence d'eau poissonneuse).
- Au Japon : Les libellules étaient un symbole de force et de courage au 17<sup>e</sup> siècle, Ils ont été utilisés comme emblèmes sur les casques et les bottes des samouraïs (d'Aguilar *al.*, 1985).

- En Chine : des doses à base d'extrait de libellule qui peuvent être efficaces les aphrodisiaques étaient exportés au Japon. En 1960, il était possible de trouver Mélanges médicinaux commercialisés à Tokyo.
- En Indonésie, en Birmanie, aux Philippines, en Thaïlande, au Vietnam, dans certaines régions d'Afrique et d'Amérique du Sud, en Inde, les libellules sont un complément alimentaire.
- En Algérie :
  - ✓ Dans le Nord-Est, ils sont désignés par deux noms : "Coptères" qui fait allusion à les hélicoptères et "Chouatanes" qui signifie les démons (Khettabi & Zemmar ; 2005).
  - ✓ Au Sud, d'autres noms: "Sem Soumia" et "Djarad El Maghreb" (Samraoui & Menai 1999).

#### 1.4. L'origine et évolution des Odonates

Les Odonates forment un groupe d'insectes bien connu (Corbet, 1999). C'est l'un des plus anciens groupes d'insectes existants aujourd'hui, les libellules ont été traditionnellement regroupées avec les éphéméroptères et plusieurs ordres éteints dans le groupe ancien des paléoptères apparu dans les forêts Carbonifères.

Il y a 325 millions d'années, bien avant les dinosaures au Carbonifère, les premiers insectes ailés connus sont apparus, dont les libellules. Ils avaient six ailes au lieu de quatre comme aujourd'hui et des pattes puissantes projetées vers l'avant (Silsby, 2001, Corbet, 1999), ses premiers fossiles appartenaient au groupe éteint Protodonata (Brauckman & Zessin, 1989) (Figure 1 et 2).

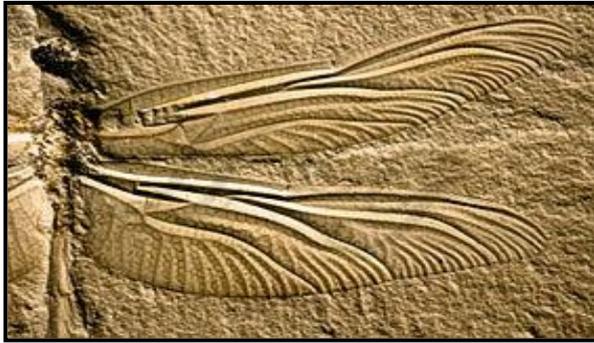
Les libellules du Carbonifère sont divisées en deux types principaux : Protodonata et Protozygoptera.

➤ Les Protodonata sont des libellules au sein desquelles on trouve des espèces de très grande taille, jusqu'à 70 cm d'envergure que *Meganeuramonyi*. Elles acquièrent progressivement la structure de la nervation des ailes des libellules modernes. Elles disparaissent il y a 250 millions d'années (Carpenter, 1966).

➤ Les Protozygoptera, très similaires aux demoiselles modernes, s'éteignent au milieu du Crétacé, il y a 100 millions d'années. Ils appartenaient à une lignée qui allait donner naissance aux Odonates modernes (Site 1).

Les Odonates modernes acquièrent la structure de leurs ailes dès le Jurassique, il y a 200 millions d'années, et connaissent jusqu'au Crétacé une extraordinaire diversification des formes.

C'est au permien qu'apparaissent les véritables Odonates avec trois sous-ordres : Zygoptère, Anisozygoptère et Anisoptère (Tachet *et al.*, 2010).



**Figure 1** : Fossiles de libellules [1].



**Figure 2** : Fossiles de larves de libellules [1].

### 1.5. Systématique

Règne : Animalia.

Embranchement : Arthropoda.

Sous –embranchement : Hexapoda.

Classe : Insecta.

Sous-classe : Pterygota.

Ordre : Odonata.

### 1.6. Classification

Les Odonates regroupent trois sous-ordres : les demoiselles (Zygoptera), les libellules au sens étroit (Anisoptera), ces deux derniers comprennent 05 familles (Figure 6) et Le troisième sous-ordre, Anisozygoptera (Anisozygoptera) ne compte qu'une seule espèce himalayenne et une autre japonaise (Fraser, 1957).

#### 1.6.1. Anisoptères

Espèce forte et trapue, les ailes antérieures et postérieures sont toujours différenciées (les ailes antérieures sont plus étroites que les postérieures), les ailes sont toujours éloignées du corps, le vol est puissant (Aguilar *et al.*, 1985) (Figure 3).

*Libellula depressa* (mâle)*Libellula depressa* (femelle)*Crocothemis erythraea* (mâle)*Crocothemis erythraea* (femelle)*Cordulegaster boltonii* (mâle)*Cordulegaster boltonii* (femelle)**Figure 3** : Différentes espèces d'Anisoptères adultes (Guebailia, 2017).

### 1.6.2. Les Zygoptères

Espèces minces et grêles, les ailes postérieures et antérieures sont de forme identique, les yeux sont largement écartés, le vol est peu durable, les ailes sont généralement attachées au-dessus de l'abdomen, sauf pour les Lestidae, les espèces de cette famille gardent leurs ailes légèrement ouvertes lorsqu'elles sont ainsi au repos (Aguilar & Dommanget, 1998) (Figure 4).

*Calopteryx splendens* (mâle)*Calopteryx splendens* (femelle)*Lestes virens* (mâle)*Lestes virens* (femelle)*Coenagrion puella* (mâle)*Coenagrion puella* (femelle)**Figure 4** : Différentes espèces de Zygoptères adultes (Guebailia, 2017).

### 1.6.3. Anisozygoptères

C'est le plus petit des trois sous-ordres de libellules, leur corps est semblable à celui des anisoptères, mais ont des ailes proches de ceux des Zygoptères (Fraser, 1957; Trueman, 1996). Les larves présentent également des caractéristiques possédées par le deux autres sous-ordres. Anisopzygotera a prospéré pendant l'ère mésozoïque, quand il a remplacé l'ordre ancestral de la libellule Protanisoptera. Aujourd'hui, il n'y a que deux espèces de la famille Epiophlebiidae (au Japon et dans l'Himalaya) (Figure 5) (Allaby, 2009 ; Silsby, 2001).



Figure 5 : Epiophlebiidae : *Epiophlebia superstes* [2].

Les seuls sous-ordres dominants et les plus caractéristiques aujourd’hui sont les Zygoptères et les Anisoptères, qui facilement identifiables par leur morphologie (Tableau 1) (Grand et Boudot, 2006).

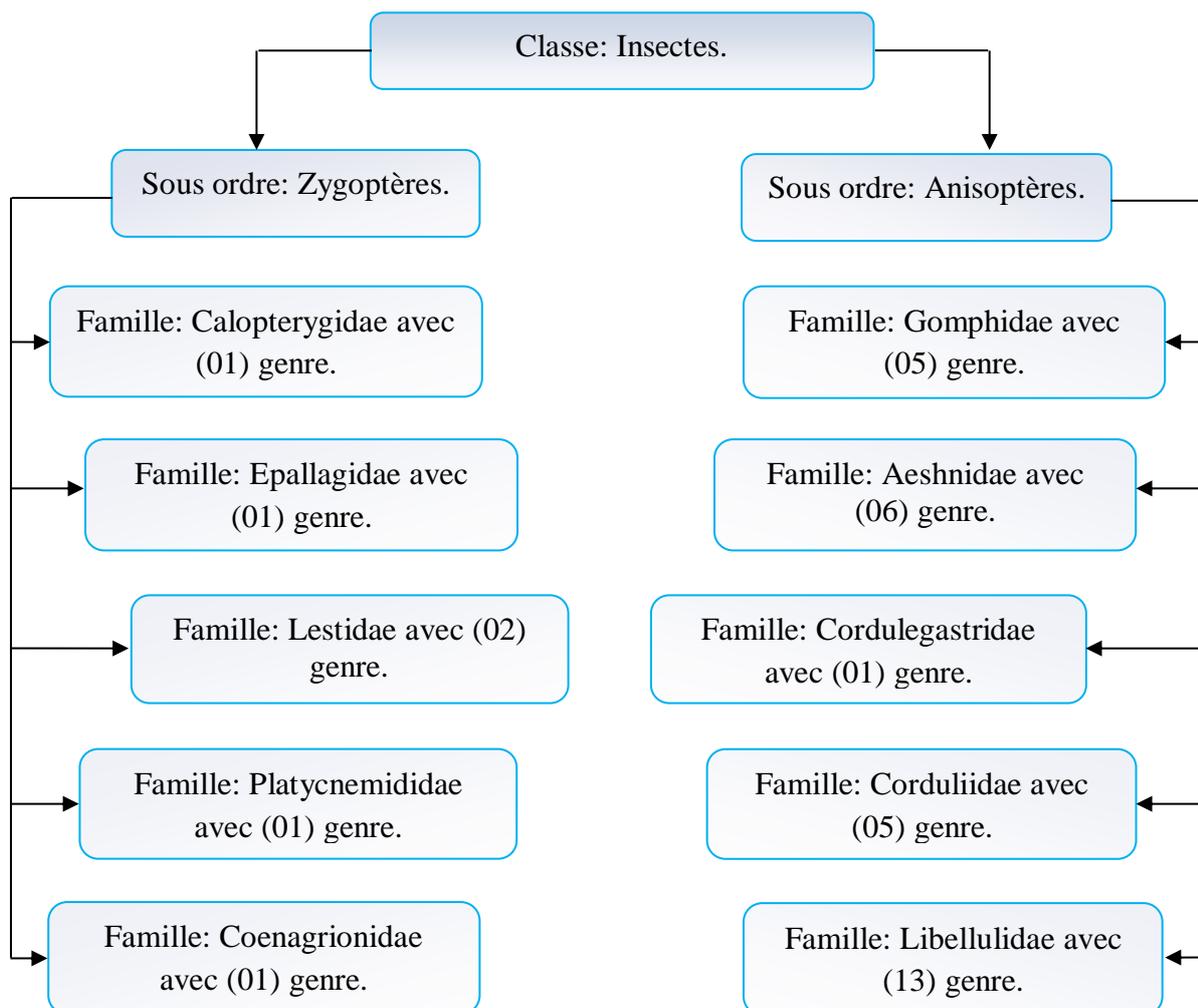


Figure 6 : La classification actuelle des familles des Odonates (Aguilar *et al.* 1985).

**Tableau 2** : La différence entre les adultes des Odonates (Aguilar & Dommanget, 1985).

| Anisoptères = "Libellules"                                       | Zygoptères = "Demoiselles"   |
|--|--|
| Aile postérieure bien plus large à la base que l'aile antérieure | Aile postérieure et aile antérieure de même forme pédonculées ou non à la base |
| Yeux contigus sauf chez les <i>Gomphidae</i>                     | Yeux toujours très largement séparés   |
| Abdomen plus large et massif                                     | Abdomen cylindrique et grêle   |
| Vol puissant et soutenu  | Vol peu soutenu  |
| Au repos, ailes écartées du corps                                | Au repos, ailes le plus fréquemment jointes et ramenées au-dessus de l'abdomen |

## 2. Morphologie et anatomie des Odonates

Les Odonates ou Libellules se différencient des autres insectes non uniquement par leur morphologie caractéristique soit chez l'adulte que chez la larve, Mais en général par leurs caractéristiques structurelles qui sont principalement : la présence d'organes génitaux supplémentaires chez le mâle assez éloigné de l'appareil reproducteur, et la présence de lames articulées chez la larve : le masque, qui protège les autres pièces buccales.

Ils sont hémimétaboles, les larves étant principalement aquatiques et prédatrices à tous les stades de leur cycle de vie (Durand et Lèveque, 1981).

### 2.1. Larve

Les larves présentent des différences de forme notables par rapport aux adultes, par leur silhouette plus ramassée et par la forme du labium.

Leur forme générale est très allongée chez les Zygoptères, tandis qu'elle est courte et élargie chez les Anisoptères, leur corps, glabre ou velu, est souvent de coloration foncée variant parfois avec le milieu. Parmi les œufs et après le stade pro-larvaire, ils grandissent et muent en nombre variable selon les espèces (Aguilar & Dommanget, 1985).

Les larves sont de teinte relativement terne comparées aux adultes qui sont richement colorés dans leur ensemble (Tachet et *al.*, 2000).

Les larves d'Odonates ont un corps divisé de la même manière que les adultes (Figure 7).

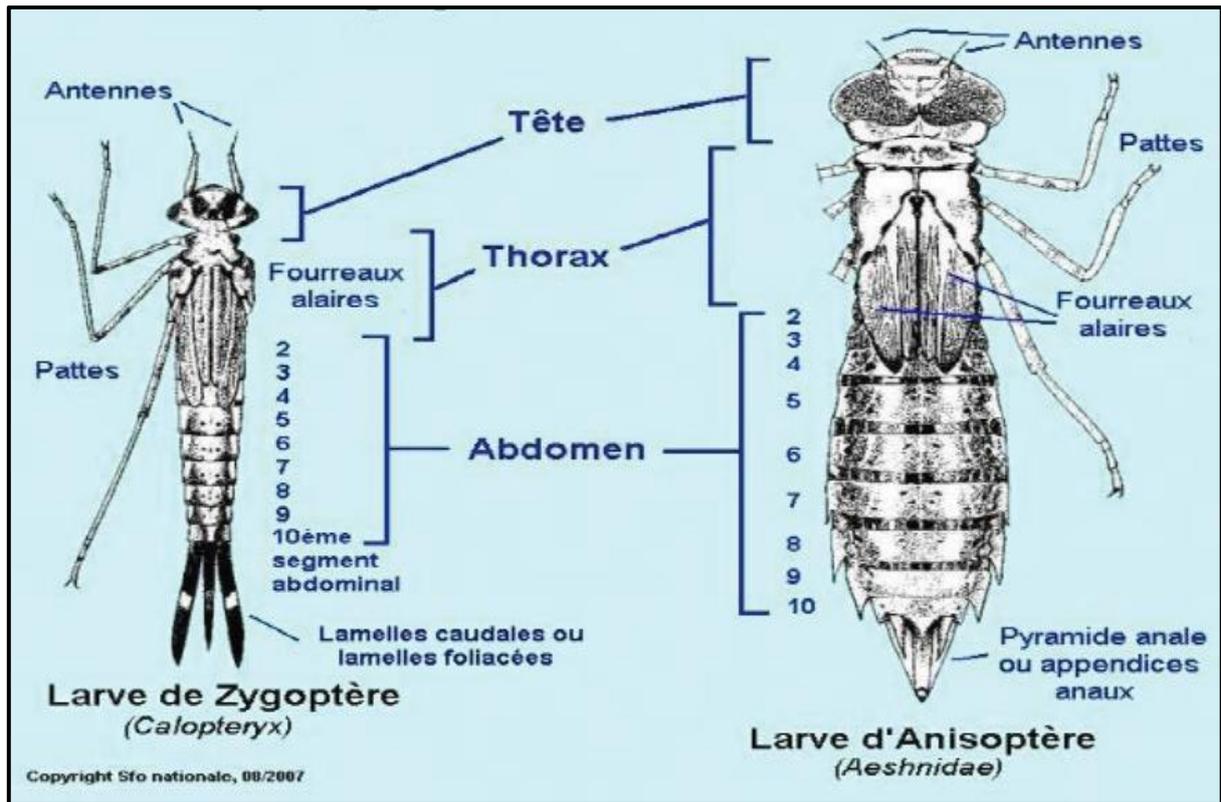
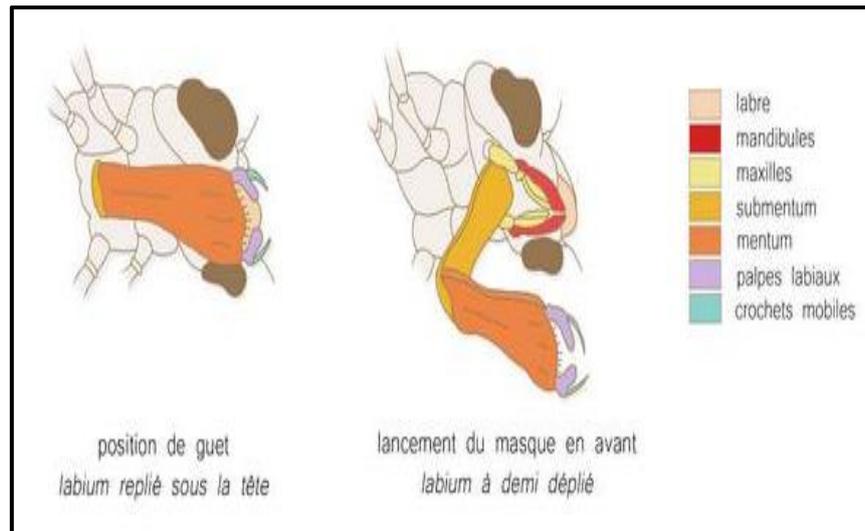


Figure 7 : Morphologie générale des larves d'Odonates [3].

### 2.1.1. Tête

La tête des larves est peu mobile comparée à celle des adultes et se rattache au thorax par un court et large cou, elle porte :

- Des antennes multiarticulées, composées généralement de trois à sept articles maximum.
- Les yeux composés sont bien développés qui ne se rejoignent jamais, montrant de nombreuses facettes. Les ocelles est à peine visible (Tachet et *al.*, 2000).
- Le front et le clépus ne sont pas décomposés ; les mandibules et les maxilles sont légèrement différentes de celles des adultes (Aguilar & Dommanget, 1998).
- Le labium, c'est-à-dire le masque préhensile, pliable et projetable, est l'homologue du labium de l'imago. Le masque de la larve, comme les pièces copulatrices de l'imago, prouve que l'ordre des Odonates est un groupe monophylétique (Heidemann & Seidenbusch, 2002). Le masque est soit de forme générale plate, soit en forme de cuillère (Figure 8).
- La majeure partie de la tête est recouverte de sclérose, c'est-à-dire de plaques chitineuses plus ou moins restreintes (Heidemann & Seidenbusch, 2002).



**Figure 8 :** Pièces buccales de la larve d'Odonates [4].

### 2.1.2. Thorax

Le thorax se divise en deux parties : le prothorax et le méso-métathorax. Le prothorax est parfois muni d'expansions latérales, les apophyses supracoxales. Sur le méso- métathorax les 4 fourreaux alaires apparaissent progressivement à partir de la 3<sup>ème</sup> ou la 4<sup>ème</sup> mue, recouvrant peu à peu les premiers segments abdominaux (Aguilar & Dommanget, 1998).

Les deux dernières parties du thorax sont souvent vues dans leur ensemble et sont appelées synthorax ou ptérothorax (Heidemann & Seidenbusch, 2002).

### 2.1.3. Pattes

A la limite entre les régions pleurale et ventrale, les pattes, une paire par segment, sont toujours insérées en dessous de l'épisternum. Les pattes sont constituées de plusieurs articles, reliés entre eux et au corps par des articulations qui sont recouvertes de membranes souples (Heidemann & Seidenbusch, 2002).

Les pattes ont la même forme que chez l'adulte, cependant elles sont plus longues et adaptées à la marche, Leur longueur relative et leur forme varient selon l'éthologie des larves (Aguilar & Dommanget, 1998 ; Baïlo Ndiaye, 2010).

### 2.1.4. Abdomen

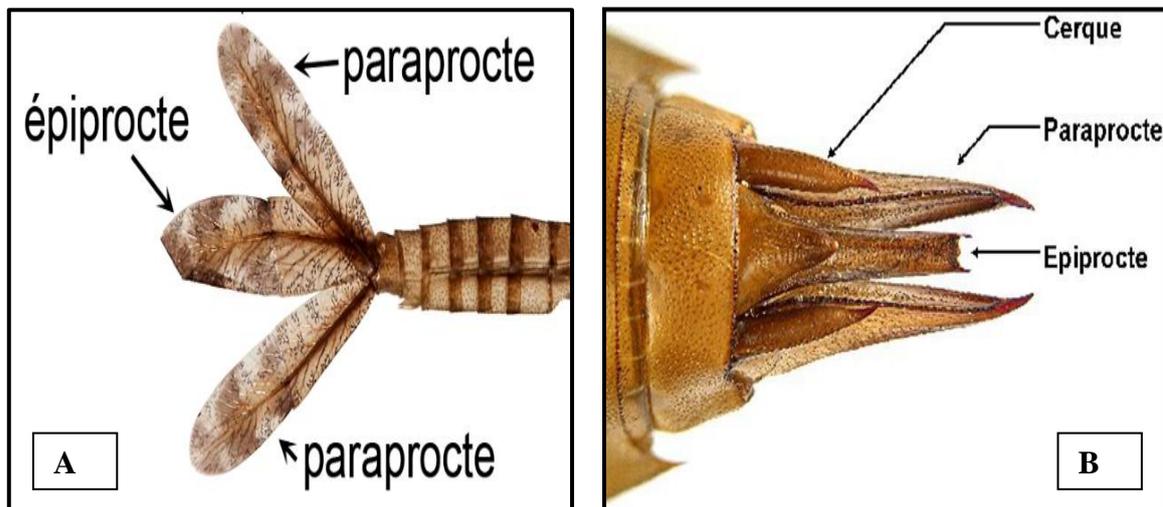
L'abdomen est toujours plus court que chez l'adulte, il porte souvent des épines sur l'axe médio-dorsal et sur les bords latéraux postérieurs des derniers segments abdominaux. L'abdomen est toujours composé de dix segments nettement circonscrits. Le segment adjacent au

thorax reçoit le numéro 1. Les segments sont reliés entre eux par des membranes intersegmentaires qui rendent l'abdomen souple et mobile (Heidemann et Seidenbusch, 2002).

L'extrémité de l'abdomen permet de différencier Zygoptères et Anisoptères :

➤ Chez les Zygoptères, l'extrémité de l'abdomen comprend deux pièces latérales très courtes : les paraproctes, chacun prolongé par une lamelle branchiale (lamelle caudale), dorsalement un épiprocte court également prolongé par une lamelle branchiale. Ces lamelles branchiales ont des formes variées selon les genres et sont de ce fait utilisées en systématique.

➤ Chez les Anisoptères, l'extrémité de l'abdomen forme une pointe conique (pyramide anale) constituée de deux paraproctes latéraux, flanqués de deux cerques uniarticulés et dorsalement d'un épiprocte impair (Figure 9) (Tachet et *al.*, 2000).



**Figure 9** : l'extrémité de l'abdomen : (A) chez les Zygoptères, et (B) les Anisoptères [5].

### 2.1.5. Organe de reproduction

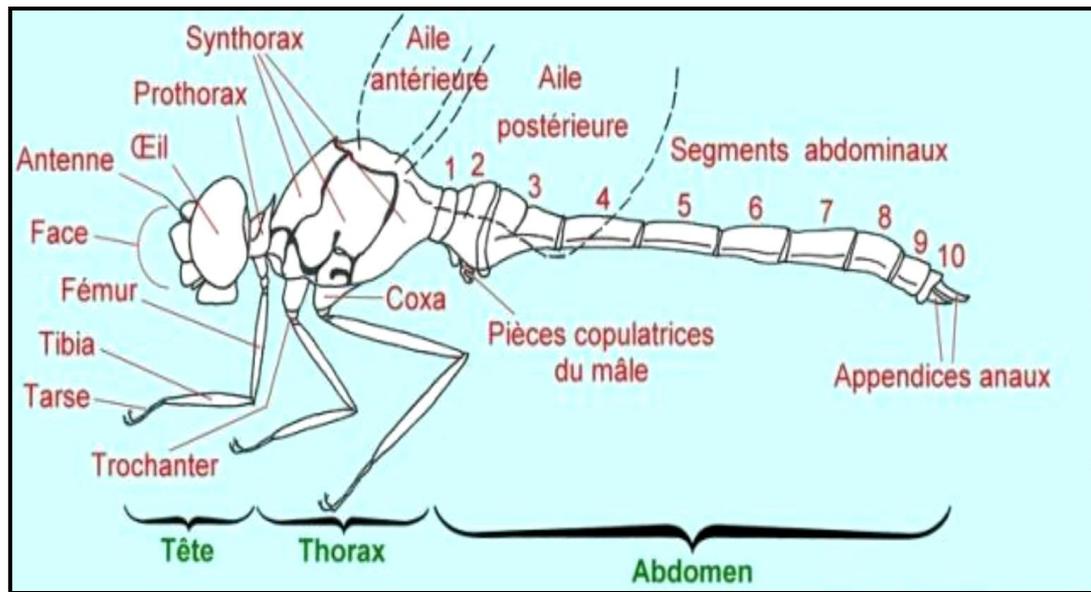
Les organes reproducteurs et d'accouplement sont déjà présents à l'intérieur de la larve pré imaginaire. Extérieurement, ils sont visibles, du moins sous forme d'ébauche, chez tous les mâles et les femelles de nombreuses espèces. Il est facile de distinguer les sexes des larves et des exuvies de Zygoptères (dans les deux sexes les organes sont visibles sur la face ventrale du neuvième segment, chez le mâle il s'agit des valves, chez la femelle des gonophyses qui formeront plus tard l'ovipositeur de l'imago) (Heidemann & Seidenbusch, 2002).

Vers la fin de la vie larvaire, des changements physiologiques importants annoncent le passage de la larve à l'imago.

## 2.2. Adultes « Imago »

Les adultes contrairement à de nombreux insectes aquatiques adultes, sont souvent très colorés, et la couleur affecte le corps et parfois les ailes (Tachet et *al.*, 2000).

Comme celui des autres insectes le corps des imagos se divise en trois parties principales : tête, thorax et abdomen (Figure10) (Grand & Boudot, 2006).



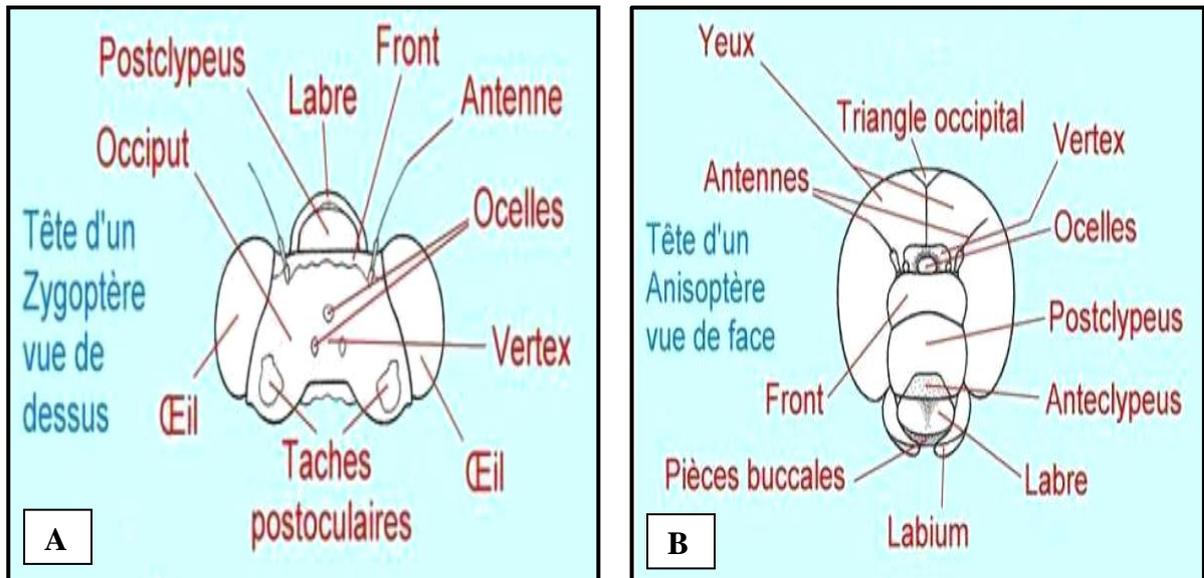
**Figure 10** : Schéma organisationnel d'une libellule adulte [1].

### 2.2.1. La tête

La tête des Odonates est toujours plus large que le thorax, qu'elle soit de disposition "transversale" comme chez les Zygoptères, ou que les yeux occupent entre la moitié ou les trois quarts de la tête comme chez les Anisoptères.

Les yeux sont séparés chez les Zygoptera et la famille des Anisoptera : Gomphidae, et ils sont contigus sur une distance variable chez tous les autres Anisoptères d'Afrique. Tous les Odonates portent trois ocelles disposés en triangle sur le vertex. Celui-ci est en position horizontale sur la partie supérieure de la tête chez les Zygoptères ; il est projeté vers l'avant chez les Anisoptères, par la suite de l'extension des yeux. Les ocelles sont présents et visibles (Durand & Lèveque, 1981).

Le front portant deux antennes en général de 7 articles (un scape, un pédicelle et un flagelle de 5 articles) ; le postclypeus, l'antéclypeus, le labre et le labium qui cache les pièces buccales (Figure 11) (Aguilar & Dommanget, 1998).



**Figure 11** : Tête d'un Zygoptère (A) et d'un Anisoptère (B) vue de dessus [1].

### 2.2.2. Thorax

Le thorax se subdivise en deux parties irrégulières : à l'avant un prothorax très petit, porte la tête et la paire antérieure de pattes ; un sythorax, très grands résultant de la fusion du méso- et du métathorax, porte les ailes et les pattes médianes et postérieures (Figure 10) (Aguilar & Dommanget, 1998).

### 2.2.3. Les pattes

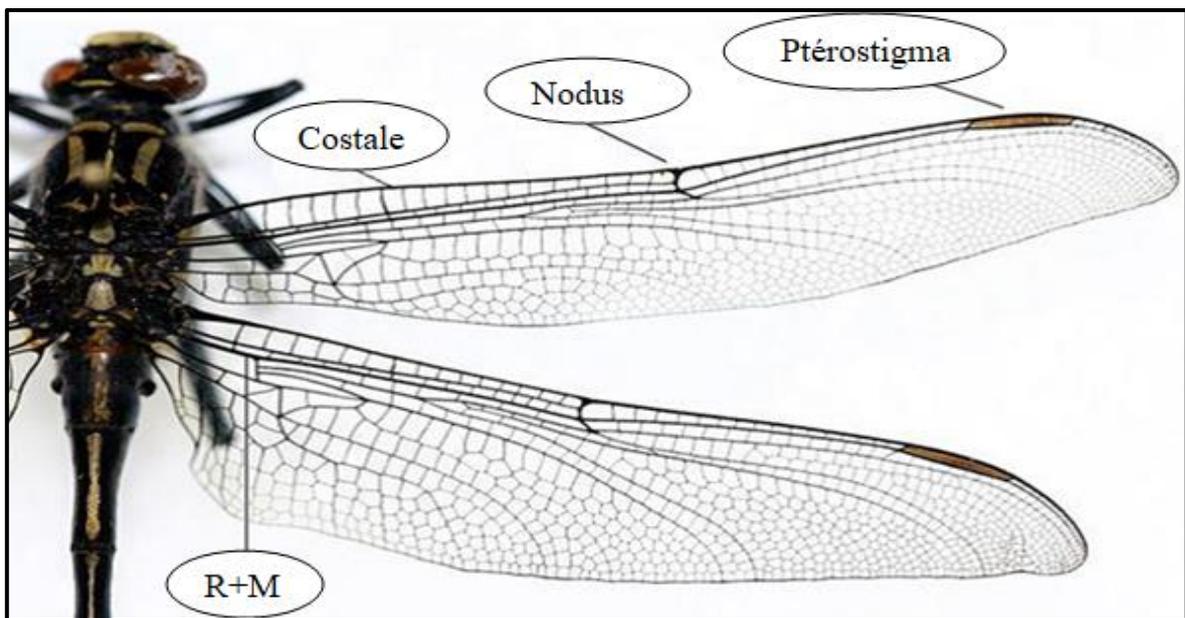
La structure des pattes d'Odonates répond au schéma classique des pattes d'insectes. Elles sont courtes, couverts d'épines et tous orientés vers l'avant (capture et maintien des proies), ne servent guère à la marche mais permettent de grimper sur les supports (par exemple au moment de la ponte) et servent couramment à la capture et retenir des proies (Aguilar & Dommanget, 1998 ; Durand & Lèveque, 1981).

### 2.2.4. Les ailles

Au nombre de quatre, les ailles sont membraneuses, allongées et étroite, de même forme chez les Zygoptères et inégales chez les anisoptères, ou les ailles postérieures sont larges à la base. Elle se compose par des nervures longitudinales et transverses formant les unes des autres par de nombreuses cellules. Cette nervation, varie suivant les familles, les genres et les espèces, constitue le plus important critère de distinction et de classification de ces insectes (Aguilar & Dommanget, 1998).

Au repos les ailes des Anisoptères sont toujours disposées dans un plan horizontal. Chez tous les Odonates, chaque aile porte près du bord antérieur externe un ptérostigma (Tachet et *al.*, 2000).

Le bord antérieur de l'aile est constitué par la première nervure longitudinale ou costale. De la base de l'aile part commence alors la nervure subcostale ou sous-costales qui rejoint la costale vers le milieu de l'aile formant un renforcement appelé nodus. La nervure suivante est la radiale qui, fusionnée avec la médiane à la base, est appelée (R+M) (Figure 12) (Aguilar&Dommanget, 1998).



**Figure 12 :** Structure des ailes de libellule [6].

### 2.2.5. Abdomen

L'abdomen est toujours plus gros que celui des larves et est souvent cylindrique. Il peut être aplati dorso-ventralement ou significativement élargi (Libellulidae). Il est composé de 10 segments bien distincts avec les vestiges d'un 11<sup>ème</sup> ; le 1<sup>er</sup> segment, imbriqué dans le synthorax, est très court, le 2<sup>ème</sup> est plus allongé, les 3<sup>ème</sup> à 7<sup>ème</sup> sont les plus long, les 8<sup>ème</sup> et 9<sup>ème</sup> sont assez courts et le 10<sup>ème</sup>, généralement très réduit. Il porte à l'extrémité différentes pièces de l'armature génitale et des cerques courts uniarticulés (Aguilar & Dommanget, 1998 ; Tachet et *al.*, 2000).

### 2.2.6. Appareil génital

Les Odonates se distinguent par le fait que le mâle possède un appareil génital « secondaire », à fonction copulatrice et inséminatrice dont la structure est complètement différente des structures génitales des autres insectes (Durand & Lévêque, 1981).

Chez les mâles comme chez les femelles, l'orifice génital est situé à l'extrémité de l'abdomen, mais le mâle porte en outre ventralement au niveau du deuxième segment un pénis de 3 articles et de 1 ou 2 paires de bameçons ou bamuli (surtout utilisés pour la distinction de certaines espèces de Libellulidae). Il y a donc chez les mâles séparation entre l'orifice génital et l'appareil copulateur (Aguilar & Dommanget, 1998 ; Tachet *et al.*, 2000).

### 3. Cycle biologique des odonates

La caractéristique la plus attrayante des Odonates est leur colonisation de deux mondes complètement différents : le milieu aquatique, où se développent les larves, et le milieu aérobie, où vivent les adultes (Jourde, 2010).

Cette différence de milieu de vie est suivie de plusieurs transformations physiologiques, morphologiques et comportementales, telles qu'une modification du mode respiratoire et du déploiement des ailes, ainsi qu'un changement du mode chasse et le développement du comportement reproducteur (Figure 13) (Jourde, 2010).

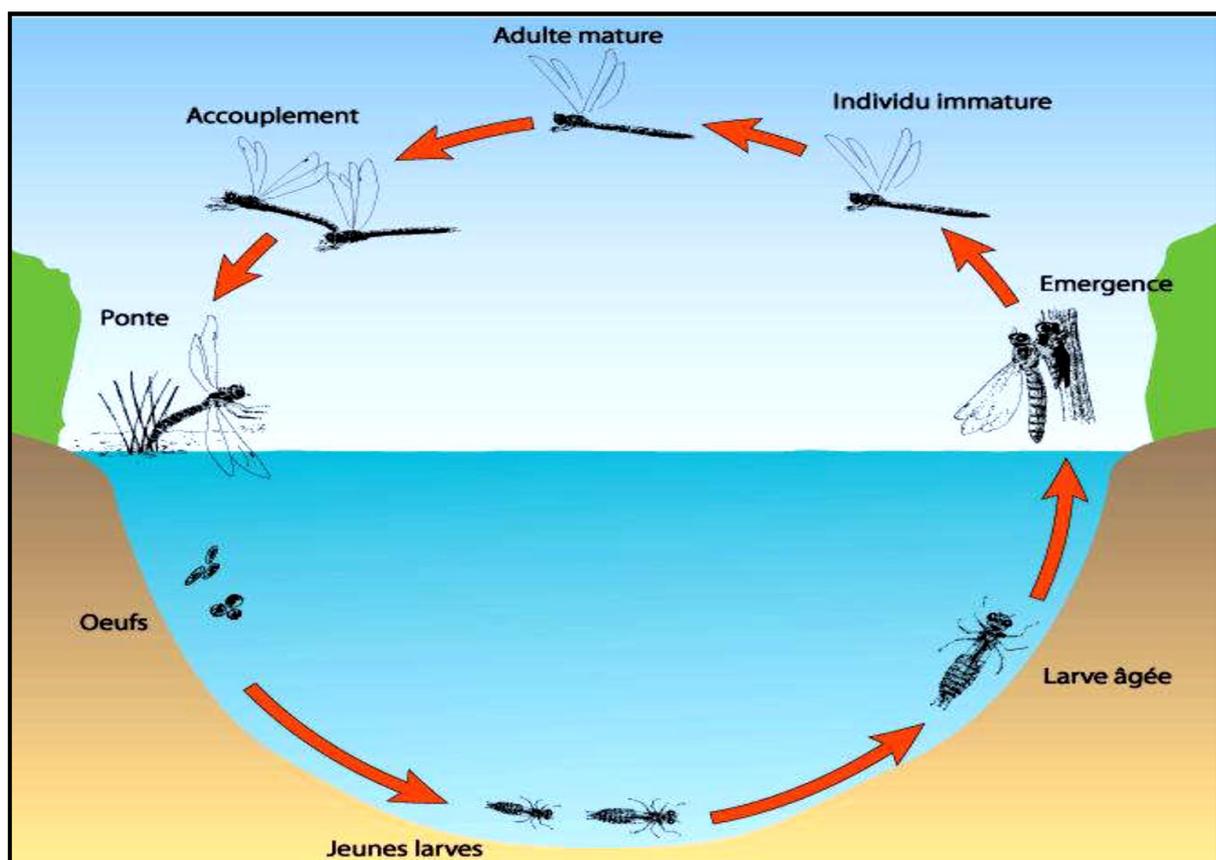


Figure 13 : Cycle de vie des odonates (Berquier, 2015).

Ce processus est suivi de plusieurs étapes qui composent le cycle de vie de ces Odonates comme suit :

### 3.1. Oviposition

L'oviposition c'est le processus de ponte des œufs par la femelle, qui choisit la position des œufs dans la plupart des cas, tandis que le mâle prend cette initiative chez certaines espèces, telles que *Plathemislydia* (Jacobs, 1955 ; Aguilar & Dommanget, 1985).

Par exemple, chez *Crocothemis erythraea*, le mâle se détache de la femelle après le processus de fécondation afin que le mâle surveille la femelle à distance, ce qui conduit à la séparation des couples en raison des attaques aériennes des autres mâles (Zebsa, 2016).

Dans de nombreuses autres espèces telles que *Platycnemispennipes* et *Sympecmafusca* après la copulation, le mâle reste attaché à la femelle par l'abdomen et va chercher un endroit pour pondre ses œufs (Zebsa, 2016 ; Aguilar & Dommanget, 1985).

Dans certains cas, le mâle se sépare de la femelle, mais il continue de voler au-dessus pendant que la femelle descend sous l'eau comme chez *Erythrommalindenii* et *Enallagmahageni* (Fincke, 1986).

Les modes de ponte diffèrent selon les espèces et les lieux (plantes vivantes, organes aériens, ou arbres submergés, arbustes...) et les indices directs influent sur le choix des sites de ponte (les propriétés de l'eau, dimension du milieu, la végétation aquatiques) (Bernath et al., 2002 ; Rouquette & Thompson, 2005 ; Corbet, 1999).

Il existe trois types de la ponte :

- ✓ **Endophytique** : à l'intérieur d'une plante (figure 14).
- ✓ **Épiphytique** : sur la surface d'une plante (Figure 15).
- ✓ **Exophytique** : sur l'eau ou la terre (Figure 16) (Corbet, 1999).



**Figure 14** : Ponte endophyte [7].



Figure 15 : Ponte épiphyte [7].



Figure 16 : Ponte exophyte [7].

### 3.2. Stade Œuf

La forme des œufs d'odonates est allongée à ronde (Figure 17), et ces œufs sont souvent entourés d'une couche de gelée plus ou moins épaisse, produit de façon isolé, comme chez *Crocothemiserythraea*, ou en paquet, comme chez *Gomphuslucasili* (Zebsa ,2016).

De façon général les œufs endophytique est plus allongées et fin alors que les deux type épiphytique et exophytique est plus ovale et sous sphérique. Le nombre d'œufs pondus peut atteindre 1500 œufs, et la femelle peut produire plusieurs milliers d'œufs au cours de son cycle de vie (Corbet, 1999).

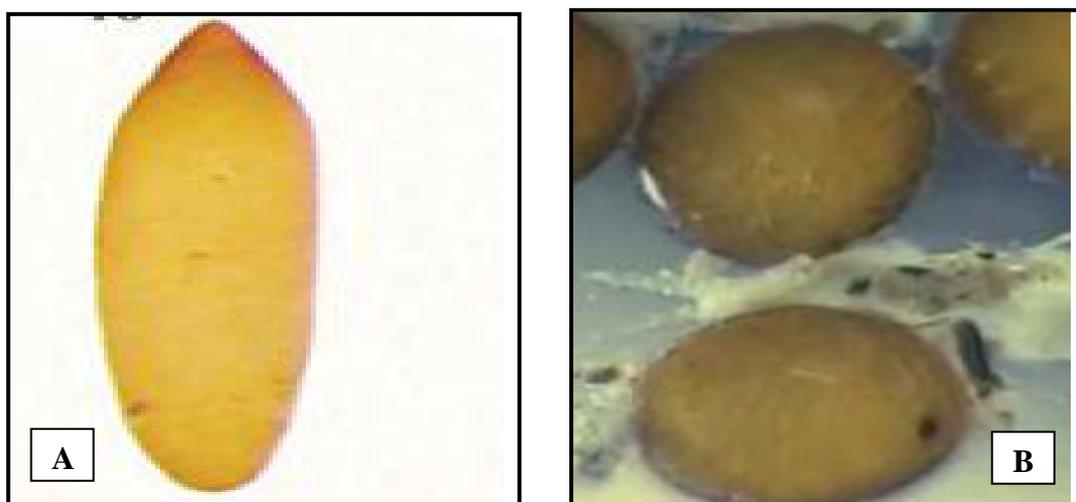
Les œufs se rassemblent à l'intérieur d'une substance muqueuse qui forme parfois un long cordon contenant quelques milliers d'œufs comme le cas de : *Orthetrum nitidinerve* (Khelifa et al., 2012).

Les œufs sont insérés dans les plantes (tige...) en incisant les valves supérieures et médiane, de l'oviscape de la femelle après les œufs sont insérés dans un trou (Aguilar & Dommanget, 1985).

Les œufs sont affectés par les conditions environnementales qui les entourent, telles que les températures extrêmes, la sécheresse, les polluants et les parasites, en plus des prédateurs, autant de facteurs qui entraînent un taux de mortalité élevé (Corbet, 1999 ; Querino & Hamada, 2009).

Les conditions environnementales affectent deux caractéristiques clés des œufs jusqu'au stade larvaire, premièrement, le moment du développement embryonnaire, qui nécessite une précision de la température, et deuxièmement, la taille des nouveau-nés, qui diminue avec la baisse des températures (Van Doorslaer & Stoks, 2005; Gillooly & Dodson, 2000). Ceci affecte négativement les larves, car les petits œufs donnent naissance à des petits nouveau-nés (Pro larve) (Hottenbacher et Koch, 2006) et les larves éclosent tardivement avec une petite taille des œufs, vulnérables à la prédation par d'autres odonates (Suhling & Lepkojus, 2001).

La durée d'incubation change selon les conditions du milieu, car certaines espèces s'adaptent aux conditions temporaires et les œufs éclosent après quelque jour de la ponte, mais dans les conditions défavorables l'œuf entre en un état de diapause (arrêt de développement). Cette méthode d'adaptation permet à l'œuf de passer l'hiver en dormance de plus, ce retard dans le processus d'éclosion permet aux larves fragiles de se développer lorsque la température de l'eau augmente et que des proies sont disponibles (Jourde, 2010).



**Figure 17** : La forme des œufs : (A) allongé *Argia insipida*, (B) arrondi *Sympetrum meridionale* (Querino et Hamada, 2009 ; Zebsa, 2012).

### 3.3. Stade larvaire

Dans les cas généraux, les larves se développent dans l'eau de sorte qu'elles respirent par les branchies et dépendent pour leur nourriture de la chasse aux larves d'insectes du zooplancton, les infusoires... etc. Il grandit avec 9 à 17 mues, selon l'espèce. (Crobet, 1999).

Cette étape varie en fonction de facteurs extérieurs comme la température, l'altitude, la photopériode et la latitude (Sniegula *et al.*, 2012 ; Örtman *et al.*, 2013).

La mue finale est appelée la mue imaginale, dans laquelle la libellule prend sa forme adulte et quitte l'élément liquide (Figure 18).



**Figure 18** : Larve d'odonate (A : Zygoptère, B : Anisoptère) [8].

#### 3.3.1. Mortalité

Au stade larvaire, plusieurs conditions environnementales peuvent introduire des effets numériques au stade adulte avec une mortalité accrue en raison de la pénurie alimentaire (Anholt, 1990 ; Van Buskirk, 1987) d'une densité larvaire plus élevée (Mikolajewski *et al.*, 2008), des contraintes de temps (Johansson et Rowe, 1999), de la pollution (Hardersen & Frampton, 1999).

Les poissons sont les principaux prédateurs des odonates (Johnsson & Bordin, 2003 ; Stoks et Mcpeek, 2003), en plus du cannibalisme et de la prédation par les autres odonates (Van Buskirk, 1989 ; Anholt, 1994) et autres insectes aquatiques (Wissinger *et al.*, 2006).

Nous mentionnons également les canards domestiques comme l'ennemi juré de ces insectes, car non seulement ils s'en nourrissent, mais ils détruisent également leur environnement naturel en détruisant le fond des étangs et en polluant l'eau avec leurs excréments, en plus de détruire le couvert végétal. (Heidemann & Seidenbousch, 2002).

Les araignées qui parcourent les berges représentent également une réelle menace pour ces larves (Zebesa, 2016).

### 3.3.2. Parasitisme

Les parasites sont une cause importante de la mort des larves, car ils sont infectés par des nématodes et des cestodes, qui en dépendent comme hôtes intermédiaires avant de migrer vers des vertébrés ou des invertébrés (oiseaux, grenouille...etc) (Heidemann et Seidenbousch, 2002), en plus d'autres espèces d'acariens parasites aquatique passe de la larve à l'imago chez *Sympetrum méridionale* (zebsa, 2016).

### 3.3.3. Taux de la croissance larvaire

Le taux de croissance des larves diminue avec l'augmentation de la densité des larves, ce qui s'explique par le coût de la compétition (Pierce *et al.*, 1985 ; Fincke, 1992 ; Van Buskirk, 1992 ; Stoks et Mcpeek, 2003). L'adaptation des larves aux latitudes et altitudes entraîne des perturbations de la croissance qui affectent l'embryon et la larve dans le taux de croissance, qui est également causée par la différence de la période photopériodique (Sniegula *et al.*, 2012). En outre, ce taux est affecté par d'autres facteurs autres que les ressources autonomes et limitées, qui se réfère à la concurrence pour une ressource avec d'autres groupes de la chaîne alimentaire (Johnson, 1987), en plus des prédateurs et des cannibalismes (Johansson, 1996 ; stoks et Johansson, 2000 ; Mcpeek, 2004 ; Dmitriew&Rowe, 2005 ; Stoks *et al.*, 2006b).

### 3.3.4. Métamorphose

La métamorphose est un processus essentiel qui entraîne des changements drastiques au niveau morphologique, physiologique et comportemental dans la dernière étape du développement larvaire qui subit une mue finale (mue imaginale) afin de transformer la larve en libellule adulte (Figure 19) (Corbet, 1999).

Quelques jours avant l'éclosion, la larve commence à abandonner l'eau à intervalles de plus en plus longs, au fur et à mesure qu'elle respire à travers le stigmate thoracique puis sortez de l'eau en permanence avec l'aide d'un support (Domanget & Aguilar, 1998).

Après sa sortie de l'eau, la larve se fixe sur un support végétal en position horizontale ou verticale selon les espèces. Le thorax se dilate et la peau se déchiré entre les deux fourreaux alaires, Cette déchirure se dilate pour révéler le thorax, puis la tête, puis les pattes et les ailes.

L'adulte renverse complètement la tête en bas puis après une période de repos il se lève et s'accroche à la partie avant et l'abdomen sort.

Au dernier stade, l'adulte se débarrasse des restes de la larve et les ailes sont lentement libérées et déployées où elle peut voler après avoir complètement séché (Zebsa, 2016)



**Figure 19** : La métamorphose de l'imago (Jourde, 2009).

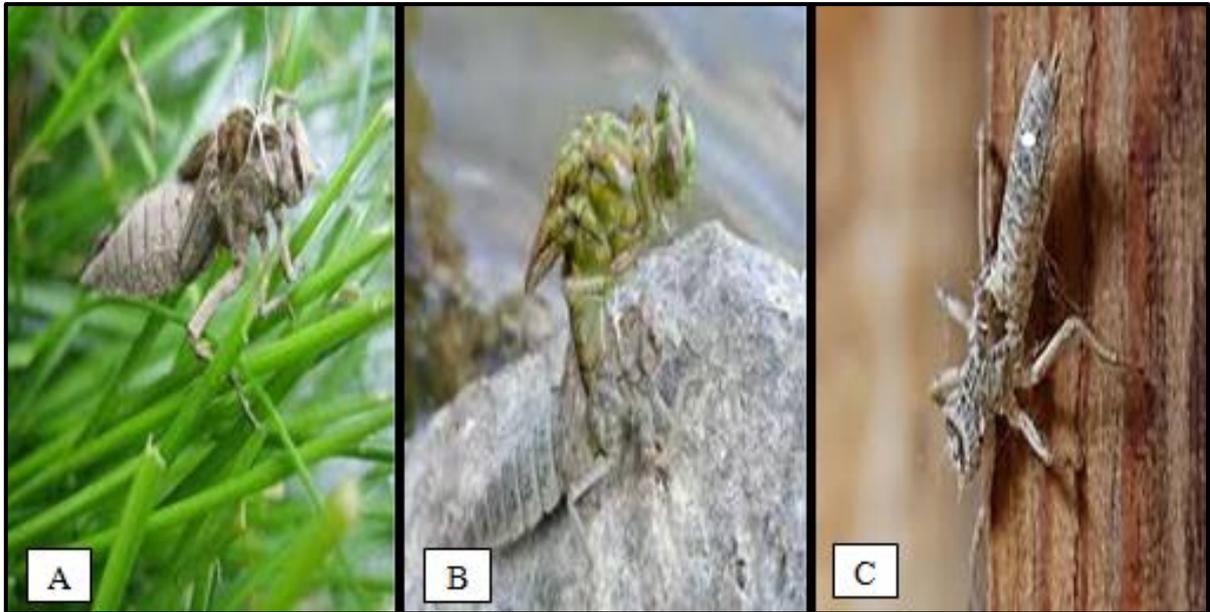
### 3.4. L'émergence

Le stade d'émergence est très important dans la vie des insectes aquatiques, à travers lequel ils passent de la vie aquatique à la vie terrestre (aérienne) (Corbet, 1999).

Les Odonates adoptent différents modèles d'émergence dans le temps et dans l'espace en choisissant le bon moment et le bon endroit. De nombreuses espèces ont tendance à apparaître la nuit pour échapper à différents types de prédateurs, tandis que certaines adoptent des émergences diurnes ou mixtes (Corbet, 1999).

Par conséquent, Le choix du lieu et du moment de l'apparition joue un rôle important dans la réduction du risque de mortalité au cours de cette étape (Banks & Thompson, 1985; Gribbin & Thompson, 1991 ; Corbet, 1999 ; Purse & Thompson, 2003).

Des études ont montré que l'exuvie (figure 20) fournit des informations sur la qualité des habitats (Raebel *et al.*, 2010), le sex-ratio, la densité et la structure spatio-temporelle de l'émergence (Corbet, 1999).



**Figure 20** : Exuvies posés sur divers supports (A: végétation, B: roche, C: arbre) (Cliché, C. Berquier, 2015).

### 3.4.1. La période de maturation

Le stade de maturation se déroule loin des lieux de reproduction (Jacobs, 1955), ce qui se traduit par des changements de couleur, une prise de poids et le développement des organes reproducteurs (Corbet, 1962), sa période varie selon les espèces et entre les sexes également (Jacobs, 1955). Après maturation, les adultes retournent dans les milieux aquatiques pour se reproduire.

### 3.4.2. La période reproductive

Les organes génitaux sont situés à la base de l'abdomen après la cage thoracique chez le mâle et à l'extrémité de l'abdomen chez la femelle. Les mâles produisent des spermatozoïdes dans l'abdomen et les transferts aux organes génitaux secondaires, les femelles ont une ouverture génitale sous la forme d'un petit ovaire situé à l'extrémité de l'abdomen (Bailo Ndiaye, 2010 ; Corbet, 1999).

Le processus d'accouplement se fait dans les airs, où le mâle s'accroche aux appendices de la tête ou de la poitrine de la femelle, selon le type qui se tord dans une position appelée cœur

d'accouplement (Figure 21). Ce processus a lieu de la fin du printemps à la fin de l'été (Robin, 2017).



**Figure 21** : Cœur d'accouplement (*Pyrrhosoma nymphula*) [9].

### 3.4.3. Période post-reproductive

Cette étape se caractérise par une courte période de temps, pendant laquelle les couleurs des adultes s'estompent et ils cessent de visiter leurs lieux de reproduction, la plupart des Odonates meurent à ce stade (Mayer, 1958).

### 3.4.4. Migration et dispersion des adultes

La migration se produit chez les insectes et autres animaux à la suite d'une caractéristique historique ou en raison de perturbations causées par la dégradation de l'habitat. Les deux raisons conduisent au déplacement des individus loin de leurs sites de naissance (phénomène de dispersion).

Ce mouvement présente plusieurs avantages tels que l'évitement de la consanguinité, la haute qualité de l'habitat, la faible densité de groupes et l'évitement de diverses menaces naturelles telles que les prédateurs, les parasites et les agents pathogènes.

Lorsque cette dispersion est suivie de la reproduction des individus, un certain nombre de gènes sont transférés d'un groupe à un autre (flux de gènes), ce qui peut affecter la génétique des populations, éviter des extinctions locales ainsi qu'élargir l'aire de répartition géographique d'une espèce dans un environnement particulier.

Afin d'évaluer les facteurs de dispersion et démographiques, les odonates ont été utilisées dans les études de capture, de marquage et de recapture en raison de leur aptitude. Pendant la

saison de vol, les deux sexes s'éloignent de l'eau après la phase d'émergence afin de passer un certain temps dans les milieux terrestres. Les habitats mûrissent puis retournent à l'eau pour se reposer et se reproduire. Par exemple, les taux de recapture moyens basés sur des données expérimentales de certains odonates a été estimée à 0,266/0,152 pour Coenagrionidae, 0,317/0,119 pour Lestidae et 0,727/0,200 pour Libellulidae (Stoks, 2001 ; Cordero & Stoks, 2008).

Certaines des données sporadiques disponibles sur les déplacements des libellules ont montré que certaines espèces d'eaux temporaires se retrouvent avec des métapopulations ou dans une structure métabolique à grande dispersion et à distance d'une population à l'autre.

La migration des libellules est un phénomène bien documenté et est connue, comme d'autres insectes, par des observations comportementales. Cette migration se produit sur tous les continents sauf l'Antarctique. Sur les 5 200 espèces de libellules, au moins 25 à 50 sont migratrices (Russell *et al.*, 1998 ; Corbet, 1999 ; Moskowitz *et al.*, 2001).

En 1999, Corbet et ces collaborateurs ont classé les odonates migrateurs connus dans le monde entier comme le genre *Anax* et *trama*.

## 4. Ecologie des odonates

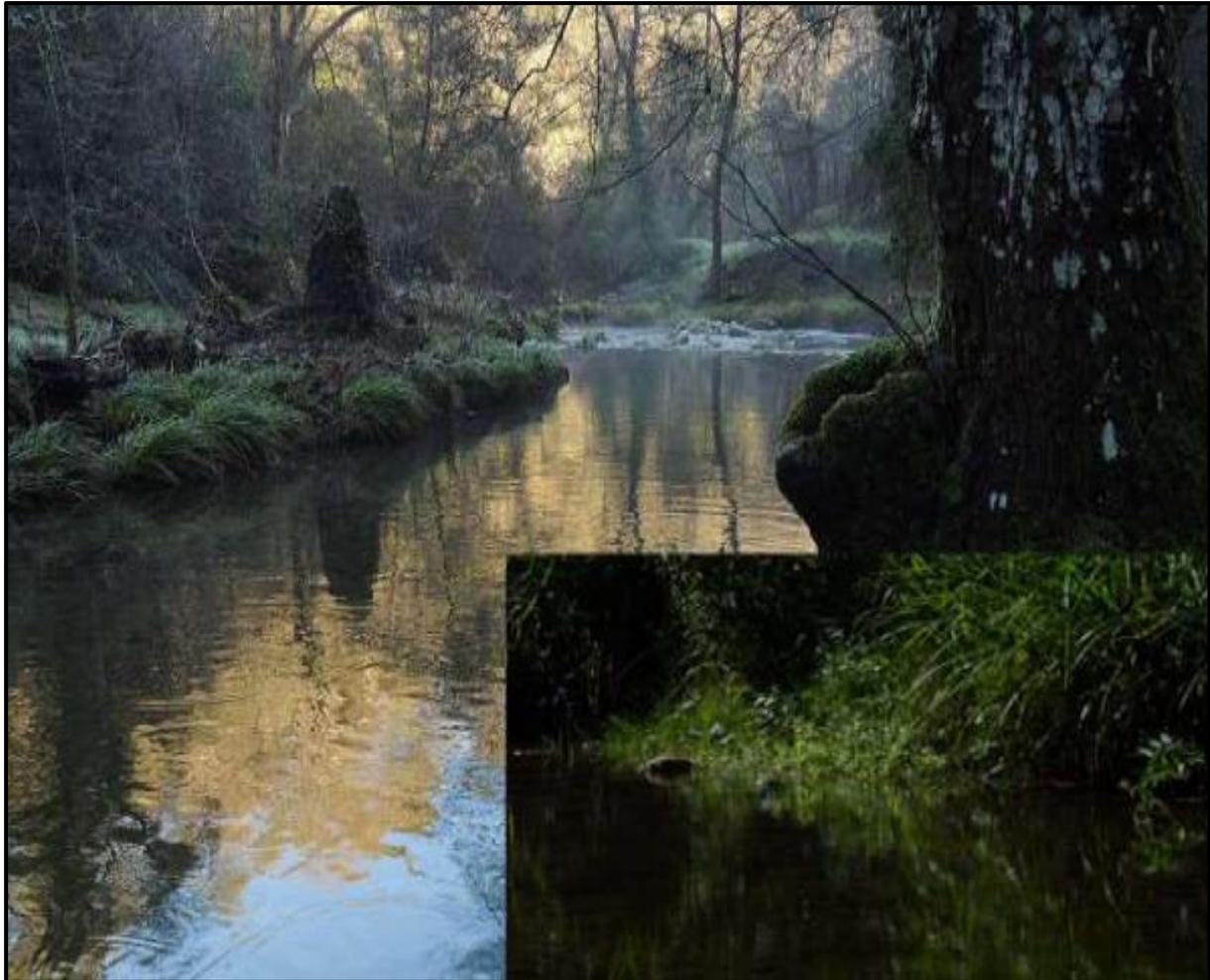
### 4.1. Habitat

Les libellules vivent presque partout sur Terre sauf dans les régions polaires et ainsi de suite. Hauteur spécifique par région. Cette vie est inévitablement liée à la présence de points d'eau pour l'éducation. Les libellules se trouvent partout, qui s'adaptent aux diverses conditions du biotope, comme d'autres espèces ont exigences particulières pour leur habitat.

Les principales zones humides dans lesquelles vivent les libellules sont :

- Eaux stagnantes telles que lacs, étangs, mares et marécages (par exemple : *Orthétrum*).
- Rivières à débit lent (dont arcs et canaux) (par ex : Les gomphes).
- Sources au cœur des forêts (par ex : *Cordulegastrebidentate*).
- les ruisselets prairiaux (par ex : Agrion de Mercure).
- Tourbières (par ex : émeraude arctique).
- les mares de jardin (par ex : *Aeschna bleue*).

Différents habitats aquatiques ont un impact sur les espèces qui peuvent y être observées et apportent des informations complémentaires pour l'identification (Figure 22) (Anab, 2018).

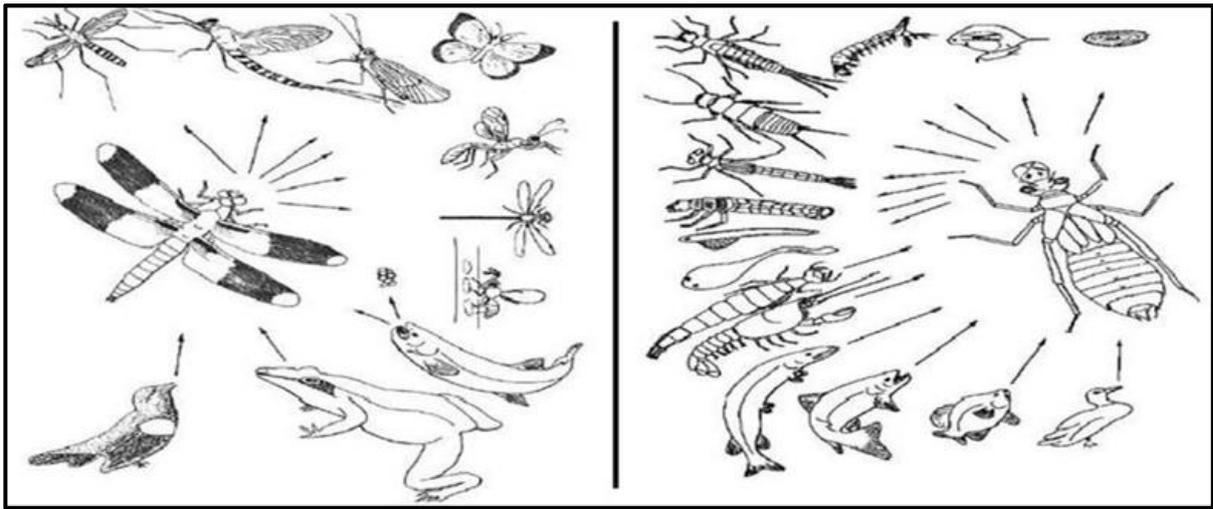


**Figure 22 :** Rivière calme type riche en libellules - photo Hans BLUM (Anab ,2018).

#### 4.2. Réseaux trophiques

Les Odonates occupent une place importante dans le réseau trophique des zones humides en tant que proies mais aussi et surtout en tant que prédateurs. Cependant, l'influence des larves est plus importante que celle des adultes dans le fonctionnement des écosystèmes des zones humides (Baïlo Ndiaye, 2010).

Toutes les libellules, des larves aux adultes, sont des prédateurs actifs qui se nourrissent de proies vivantes. Mais, à leur tour, ils deviennent la proie de un grand nombre d'animaux en consomment dans le cadre de leur alimentation (Figure 23) (Robert, 1963).



**Figure 23 :** Les Odonates dans la chaîne trophique [10].

➤ **Odonate comme prédateur**

La libellule au cours de sa vie larvaire est très carnivore et vorace. Leur régime alimentaire se compose principalement de larves d'autres insectes (trichoptères, diptères, Coléoptères, ...), vers, crustacés. La taille compte car ils sont capables d'attaquer de grosses proies comme les alevins et les têtards. Ils mangent aussi les larves d'autres espèces de libellules (Robert, 1963 ; Ternois, 2003 ; Jourde, 2010) même l'Anax empereur attaque des papillons de taille moyenne et même d'autres libellules (Zygoptera) (Ternois, 2003).

➤ **Proie d'Odonates**

Les Odonates sont le plus souvent pris comme proies par d'autres animaux Oiseaux, araignées, canards d'eau douce et autres insectes (Figure24) (Stokes, 2001).



**Figure 24 :** Prédation de libellule (A : par un batracien ; B : par un oiseau) [11].

### 4.3. Parasitisme

Les libellules sont soumises à la pression des ravageurs à tous les stades de leur développement. Les petits hyménoptères, principalement sous forme de cydidés, sont pondus directement dans les œufs de la libellule extenseur des plantes d'intérieur, qui sont dévorés par leurs larves. Ces espèces sont appelées parasites car leur infection entraîne presque toujours la mort de l'espèce hôte, et certains de ces parasites sont à leur tour parasités par les hyménoptères eulophidés qui sont donc considérés comme des hyperparasites (c'est-à-dire des parasitoïdes) (Figure 25) (Corbet, 2004).

D'autres parasites vivent aux dépens des adultes et se nourrissent en prélevant l'hémolymphe sur les photos. Ce sont des acariens, mais aussi des petits diptères. Certains se reposent dans les cheveux d'une libellule et s'invitent à un repas d'Odonates Lorsqu'ils viennent de capturer une proie. Ces espèces sont appelées symbiotes (Précigout, 2009).

Les larves et les adultes sont également des vecteurs de parasites internes comme les grégaires ou les nématodes. Certains parasites se déplacent d'un hôte à un autre pour atteindre leur pleine croissance. Certains doivent avoir trois familles différentes issues d'un seul mollusque aquatique à la larve d'Odonate puis à un poisson, une grenouille ou un oiseau. Le parasite est transmis par ingestion d'une libellule à l'état larvaire ou imaginal par l'hôte définitif (Précigout, 2009).



**Figure 25 :** Cordulimétali que *Somatochlorametalia* à la pointe de l'abdomen Infestée d'hydracariens [12].

#### 4.4. Odonates comme bio indicateurs

Les différentes espèces présentes dans la base de production des ressources et services environnementaux d'un écosystème sont sous le contrôle de facteurs physiques, chimiques, hydrologiques et biologiques. Toute modification de ces facteurs affecte l'espèce. Certaines espèces très sensibles sont utilisées pour détecter les perturbations (pollution, modification de l'habitat, changement climatique, etc.). Ce sont les types dits de biomarqueurs qui renseignent sur l'état de santé de l'habitat (Baïlo Ndiaye, 2010).

Les stades larvaires des odonates, très sensibles aux conditions de leur milieu de vie, sont directement affectés par les modifications des paramètres biotiques et abiotiques des milieux humides. Ce qui fait des Odonates un puissant biomarqueur de l'évolution des zones humides. La diversité des espèces de libellules au même endroit révèle la qualité du milieu dans lequel elles vivent (Samraoui *et al.*, 2010).

#### 4.5. Mouvement et déplacement

Le mouvement spatial de la majorité des espèces individuelles est limité à des excursions terrestres relativement courtes. Par contre, les larves sont très importantes dans d'autres variétés. Ces mouvements d'appétit sont liés à un objectif direct et clair tels que la thermorégulation, la fuite, l'alimentation ou la reproduction.

Selon Corbet (1999), les différents types de déplacements spatiaux sont classés en quatre (4) types :

- ✓ Premier vol.
- ✓ Aller-retour « hopping flight ».
- ✓ Vols vers des refuges saisonniers.
- ✓ Voyages d'immigration (Khettabi et Zammar, 2005).

#### 4.6. Régime alimentaire

##### 4.6.1. Régime alimentaire des larves

Les larves d'Odonates sont carnivores : elles se nourrissent, lorsqu'elles sont jeunes, de Rotifères, de Crustacés Entomostracés (Cladocères et Copépodes notamment) de larves d'insectes (éphémères, Chironomidés, etc.) Ayant atteint un tallage supérieur, les larves d'Odonates s'attaquent à des proies plus grosses, des crustacés, des Amphipodes (Gammare),

des larves de Dytixidae, des mollusques aquatiques (Physa, Planorbis et Limnea notamment) parfois même de petits vertébrés, comme les poissons (Gambusia affinis) ou grenouilles (Rana, Helar poria, Pélobates cul tripes) (Aguesse, 1968).

#### 4.6.2. Régime alimentaire des adultes

Les Odonates adultes sont aussi des carnivores qui s'alimentent de toutes sortes de proies vivantes.

Les proies capturées sont très variables en dimension et ne sont pas liées à la taille des odonates, mais à leur mode de chasse. On distingue deux modes de chasse : La chasse à l'affût (Libellulidae, Gomphidae, Zygoptères), et la chasse en vol (Aeshnidae, Cordulegasteridae et Certains Corduliidae).

Les odonates se nourrissent d'insectes soit piqueurs, soit provoquant une gêne pour l'homme : les diptères (Culicidae), les simules (Aguesse, 1968; Khettabi et Zemmar, 2005).

#### 4.7. Rôle environnemental

Les odonates sont apparues il y a 300 millions d'années et sont aujourd'hui souvent menacées Les zones humides du monde ; Peu importe les rôles importants qu'ils jouent dans l'Entreprise des zones humides, elles méritent d'être protégées en tant que patrimoine, local, régional, national ou mondial. Sans protection, de nombreuses espèces disparaîtront rapidement de nombreux domaines dus à l'influence humaine (Baïlo Ndiaye, 2010).

#### 4.8. Migration

La plupart des espèces ne se déplacent que sur quelques kilomètres autour de leur lieu d'origine ; Cependant, certains sont des "pionniers" et parcourront des distances beaucoup plus importantes pour coloniser de nouveaux sites de reproduction. La migration des libellules n'a pas été étudiée à fond et pour cause (Belkharouché & Larifi, 2019).

On estime que seuls 25 à 50 des 5 200 Odonates recensés dans le monde sont des migrants (Russell et al., 1998). Ce que nous savons, c'est qu'il est étroitement lié aux oiseaux qui migrent le long de la côte, peut-être parce que c'est une source infaillible de nourriture pour les carnivores.

Les libellules se préparent à la migration en accumulant des réserves de graisse, comme beaucoup d'autres insectes et oiseaux (Belkharouché & Larifi, 2019).

#### 4.9. Menace Odonates

Les raisons du déclin des Odonates sont liées à la disparition et à la dégradation de leurs habitats par l'évolution des pratiques agricoles et le changement climatique. Intensification de l'agriculture et augmentation des sécheresses (Site 2).

Dépendance de l'eau pour le stade larvaire aquatique, enrichissement des cours d'eau en nutriments, recalibrage des cours d'eau, assèchement des milieux humides, culture des tourbières. La disparition des mares représente de réelles menaces pour les libellules (Site 3).

##### ➤ Le Climat

Le climat joue un rôle essentiel dans la survie des libellules. Pendant les périodes froides, certains sites de croissance larvaire peuvent geler. Ainsi, la survie des espèces les plus sensibles à la chaleur est menacée. Lors de leur apparition, le vent, la pluie et la grêle peuvent éliminer complètement l'ensemble d'un jour. L'effet des gouttes suffit à faire tomber un insecte en cours de métamorphose. Le vent peut empêcher les libellules de déployer correctement leurs ailes (Site 3).

Pendant le vol, les orages, les longues périodes de grêle et de pluie peuvent réduire considérablement le nombre de libellules. A l'inverse, une sécheresse permanente peut assécher de nombreux sites de reproduction ou chauffer l'eau à tel point que cette température dépasse le seuil acceptable pour les espèces sibériennes eurasiennes notamment, qui préfèrent les eaux plus fraîches. La sécheresse désormais chronique de certaines rivières menace localement la survie de nombreuses espèces (Jourde, 2010).

##### ➤ Pollutions des eaux

La liste rouge européenne des odonates identifie trois atouts principaux :

- Pollution domestique. Premièrement, 39% des libellules.
- Pollution agricole jusqu'à 32%.
- Pollution industrielle 12%.

Si ces sources de pollution peuvent être distinguées selon les secteurs de production, et à l'échelle des bassins versants, les effets des polluants s'agrègent, interagissent et se concentrent dans les zones humides (Site 4).

➤ **Espèces envahissantes**

Les humains ont introduit de nombreuses espèces exotiques dans nos environnements aquatiques. Certains d'entre eux se reproduisent et deviennent, localement, des menaces majeures pour la diversité des Odonates, mais aussi pour la conservation de l'espèce écosystèmes (Précigout, 2009).

#### **4.10. Statut et conservation**

L'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) a été créée en 1948. Elle comprend des pays, des ONG et des experts. Sa mission est :

- Assurer la préservation de la nature, en particulier de la biodiversité, comme base fondamentale pour l'avenir.
- Assurer une utilisation rationnelle, équitable et durable des ressources naturelles.

Le statut des espèces identifiées dans la liste rouge comprend les catégories suivantes :

**Éteint (Ex):** Une espèce est déclarée éteinte Lorsque des études complètes ont permis d'affirmer que le dernier individu est mort.

**Éteint à l'état sauvage (EW):** Lorsqu'il n'existe plus de spécimens dans la nature. Il faut que l'espèce en question soit uniquement élevée en dehors de son aire de répartition d'origine.

**En danger critique d'extinction (CR):** Une espèce est dite en danger critique d'extinction lorsque qu'elle est confrontée à un risque extrêmement élevé d'extinction à l'état sauvage.

**Espèce en danger (EN) :** Une espèce est dite En danger lorsqu'elle est confrontée à un risque très élevé d'extinction à l'état sauvage

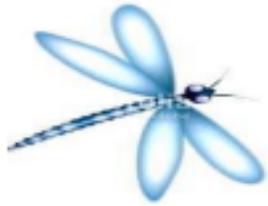
**Espèce vulnérable (VU) :** Une espèce est dite vulnérable lorsqu'elle est confrontée à un risque élevé d'extinction à l'état sauvage.

**Espèce quasi menacé(NT) :** Une espèce est dite quasi menacé lorsqu'elle est près de remplir les critères du groupe menacé ou qu'elle les remplira probablement dans un proche avenir.

**Préoccupation mineure (LC) :** Dans la catégorie préoccupation mineure sont incluses les espèces largement répandues et abondantes (Afafia & khalfa, 2016).

**4.11. La longévité**

Elle est très variable selon les espèces, les intempéries, la prédation, les combats entre ennemis, le parasitisme et les ressources alimentaires. La période de vol des différentes espèces est généralement inférieure à un an. *Sympecma fusca* est la seule espèce qui entre en hibernation l'état adulte (Jourde, 2009).



# **Chapitre 2 :**

# **Matériel et méthodes**



## 1. Matériel et méthodes

Les Odonates de l'Algérie sont plus préservés dans le Nord-Est Algérien. Dans ce présent travail, on a intéressé pour étudier les Odonates en Nord-Est Algérien, et de réaliser des inventaires qui contiennent toutes les espèces existantes.

Dans cette région d'étude, on a pris à considération les points suivants : les wilayas, les sites d'échantillonnage, le type d'habitat, sous ordre, la famille et les espèces.

Pour réaliser ce travail, on a utilisé comme source des données les articles suivants :

- Tous ces articles sont trouvés dans la partie annexe.
- Toutes ces données ont été analysées dans la partie résultats.

## 2. Présentation de la région étudiée

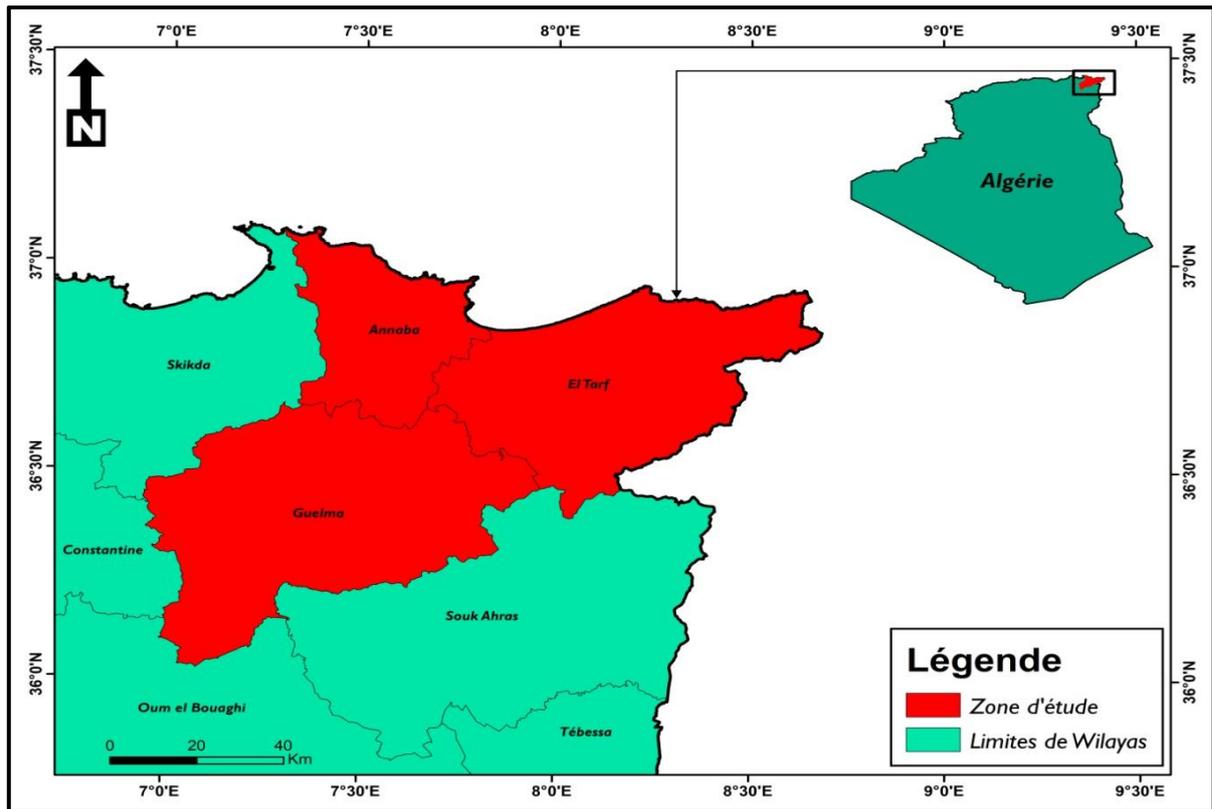
La zone d'étude représente la partie Nord-Est du territoire Algérien. Dans ce travail, trois wilayas ont été choisies : Guelma, Annaba et El-Tarf.

La région d'étude est située à l'extrême Nord-Est de l'Algérie. C'est une région délimitée au Nord par la Méditerranée, et au Sud par les collines de l'Atlas tellien. À l'Est, c'est la frontière algéro-tunisienne qui marque sa limite orientale alors que le Djébel Filfila (à l'Est de Skikda) représente sa limite occidentale (Figure 26) (Menai, 2005).

Cette région de l'Algérie renferme un grand nombre de sites humides exceptionnels possédants une grande diversité d'écosystèmes marins, lacustres et forestiers caractérisés par une richesse animale et végétale élevés. Ces zones humides s'étendent sur une superficie de 156000 ha (Merzoug, 2015).

Finalement, le relief et le climat du Nord-Est l'Algérie concourent à la doter d'un complexe des zones humides unique dans tout le bassin méditerranéen. Ce complexe, riche en milieux, peut être divisé en quatre unités :

1. Les zones humides de Guerbes-Senhadja.
2. Les zones humides d'Annaba.
3. Les zones humides d'El Tarf.
4. Les zones humides d'El Kala.



**Figure 26** : localisation de la région d'étude (Traitement personnel).

### 3. Le climat

Le facteur du milieu le plus important est le climat parce qu'il a une influence directe sur la faune et la flore (Dajoz, 1985), dont la description du climat tient principalement compte de certains paramètres essentiels, tels la température, les précipitations et l'humidité.

Les caractéristiques climatiques sont prises en considération afin de mieux prendre connaissance des conditions naturelles de la région d'étude.

Selon les données climatiques, La région Nord-est de l'Algérie est caractérisée par un climat Méditerranéen tempéré, qui se distingue des autres types de climat par l'abondance d'une saison pluvieuse pendant les mois froids et d'une saison sèche pendant les mois chauds.

#### 3.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson

Ce diagramme permet de calculer la durée de la saison sèche en portant la pluviométrie moyenne annuelle sur des axes où l'échelle de la pluviométrie est double de celle de la température ( $P=2T$ ). D'après Bagnouls et Gausson (1957), il n'y a sécheresse que lorsque la courbe de précipitation rencontre celle des températures et passe au-dessus d'elle. Le but est de déterminer la période sèche et la période humide.

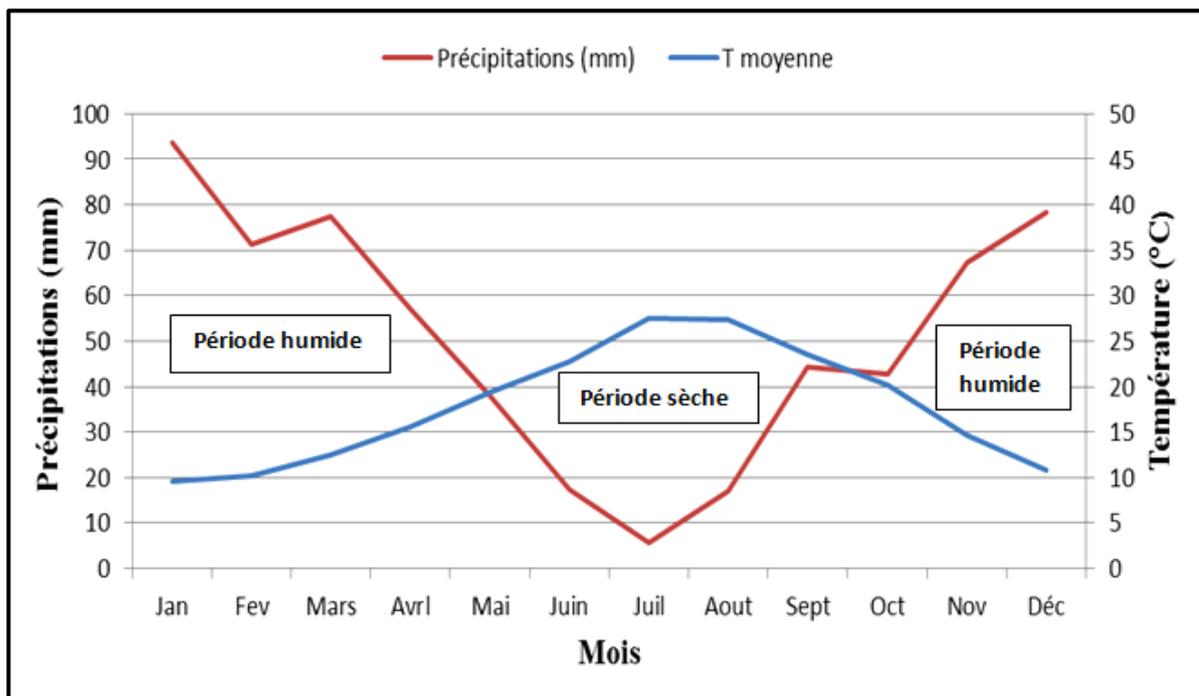
Les courbes ombrothermiques (Figure 27, 28 et 29) établies, nous ont permis de visualiser deux saisons distinctes : Saison humide et Saison sèche.

### 3.1.1. La willaya de Guelma

La figure (27) représente le diagramme Ombrothermique de la région de Guelma établi à partir des données de précipitations et des températures moyennes mensuelles calculées sur une période de 15 ans.

Nous pouvons distinguer deux périodes :

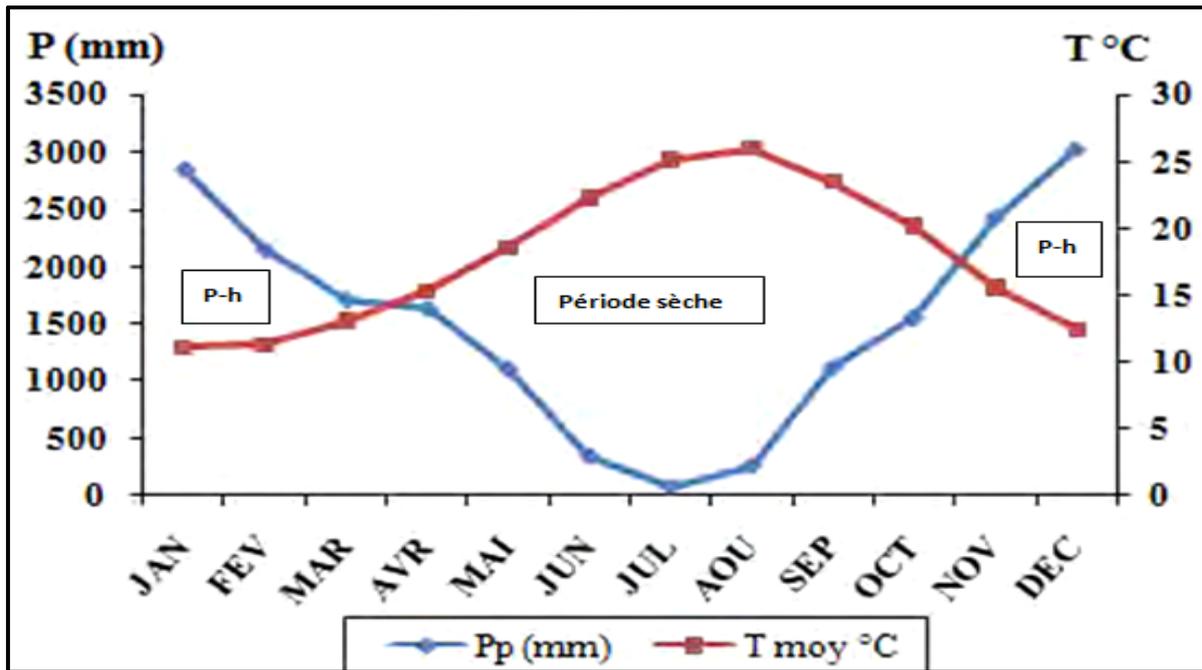
- ✓ Une saison sèche étalée sur cinq mois, de mai jusqu'à septembre, où les précipitations sont déficitaires par rapport l'évaporation. Le minimum s'observe en juillet et août.
- ✓ Une saison humide étalée sur sept mois, d'octobre jusqu'au mois d'avril, où les précipitations l'emportent sur l'évaporation.



**Figure 27 :** Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la station de Guelma (période : 2002 – 2017) (Belkarchouche & Larifi, 2019).

### 3.1.2. La willaya d'Annaba

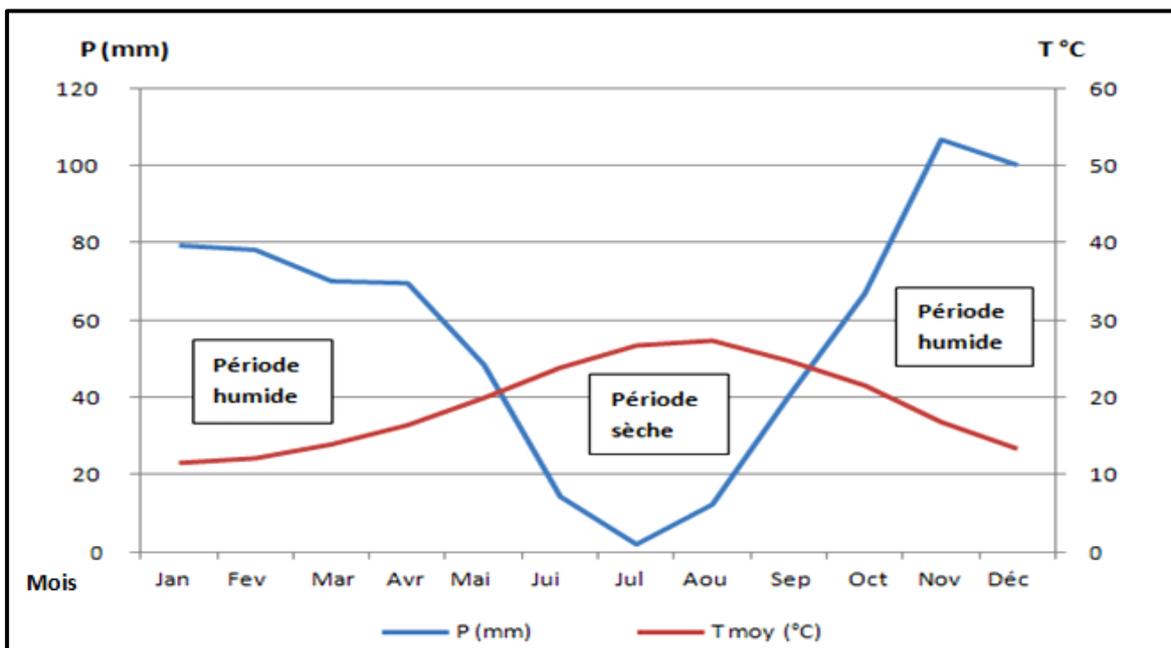
Le diagramme pluvio-thémique de Gausсен (Figure 28) pour la période 1991-2012 montre que l'année est répartie en une saison sèche allant du début du mois d'avril à mi-septembre et une saison humide le reste de l'année.



**Figure 28 :** Diagrammes Ombrothermiques de Bagnouls et Gausсен de la station d’Annaba (période : 1985 – 2012) (Ghennai, 2012).

### 3.1.3. La willaya d’El-Tarf

L’examen du diagramme Ombrothermique pour période (1988- 2018) montre que l’année est répartie en une saison sèche allant de mai à septembre et une saison humide le reste de l’année (Figure 29).



**Figure 29 :** Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la région d’El-Tarf (période : 1988 – 2018).

### 3.2. Climagramme d'Emberger

Le quotient pluviométrique d'Emberger (Q), est un indice climatique qui traduit le du climat méditerranéen suivant un gradient du Nord au Sud (Emberger et Sauvage 1961, Djebaili, 1984). Il tient en compte des précipitations et des températures.

Selon Emberger (1963), la région méditerranéenne est subdivisée en cinq étages bioclimatiques : aride, semi-aride, subhumide, humide et saharien, en faisant intervenir deux facteurs essentiels : les précipitations et la température. En effet, pour déterminer l'étage bioclimatique de la zone d'étude, il faut procéder au calcul du quotient pluviométrique d'Emberger Q selon la relation suivante :

$$Q = \frac{1000 \times Pa}{\frac{(M + m)}{2} \times (M - m)}$$

D'où :

**Pa** : La précipitation moyenne annuelle en mm (fois 1000 pour éviter les décimales)

**M** : La moyenne des maxima de température du mois le plus chaud (T+273°K)

**m** : La moyenne des minima de température du mois le plus froid (T+273°K)

**(M+m)/2** : Moyenne annuelle de la température.

**(M-m)** : L'amplitude thermique.

**Q** : Quotient pluviométrique d'Emberger qui nous permet de classer la région.

#### 3.2.1. La willaya de Guelma

Pour classer la région de Guelma dans l'étage bioclimatique, on a calcul du quotient pluviométrique d'Emberger Q.

Le quotient pluviométrique de la région de Guelma :

$$Q = 65.39$$

L'emplacement de ces indices sur le Climagramme d'Emberger, a permis de situer la région de Guelma dans l'étage bioclimatique semi-aride à hivers doux (Figure 30).

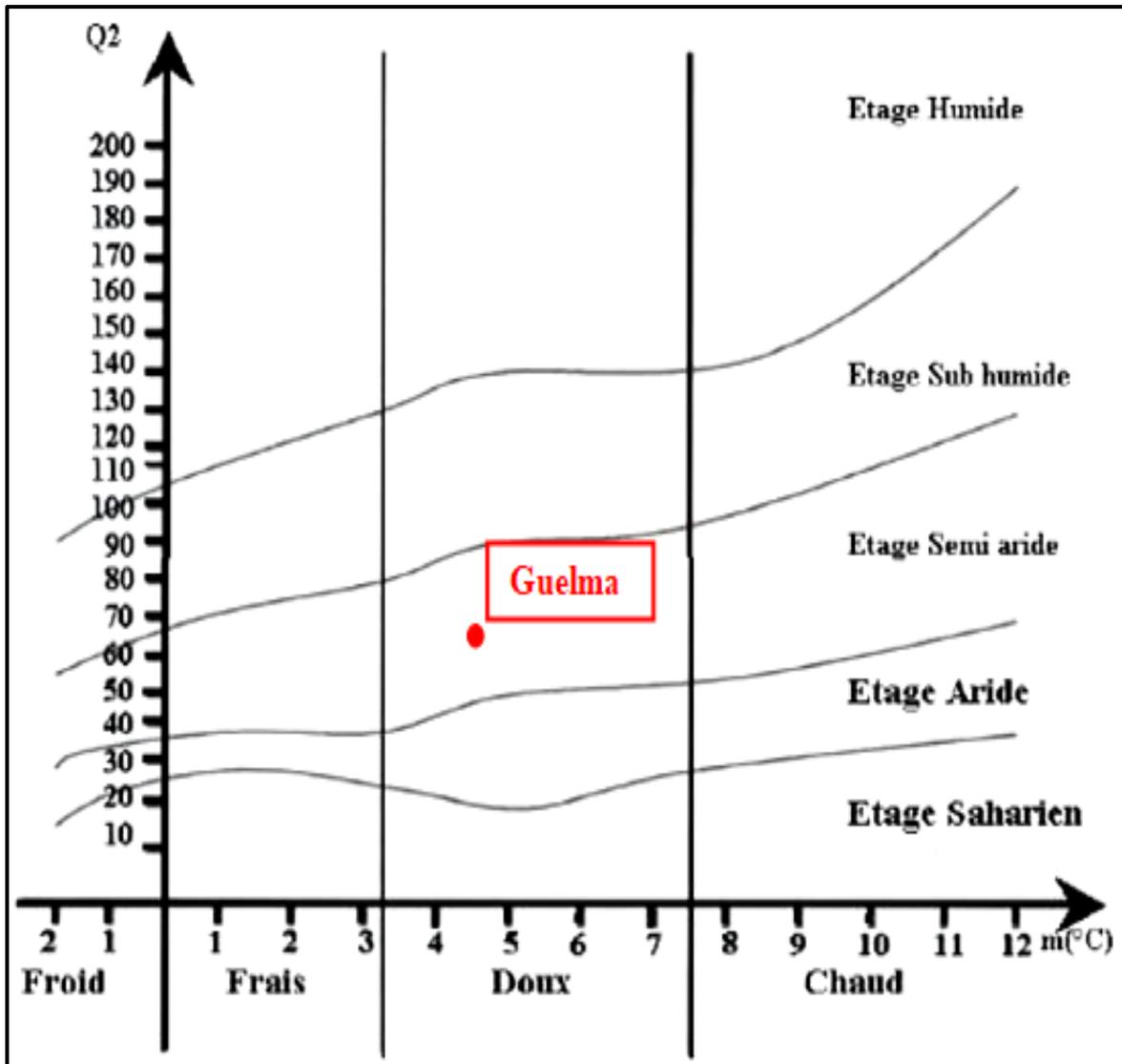


Figure 30 : Situation de Guelma dans le climagramme d'Emberger (Belkharouché & Larifi, 2019).

### 3.2.2. La willaya d'Annaba

Le quotient pluviométrique de station d'Annaba est :

$$Q = 90.5$$

Donc la wilaya de Annaba se situé dans l'étage bioclimatique sub humide à hivers doux (Figure 31).

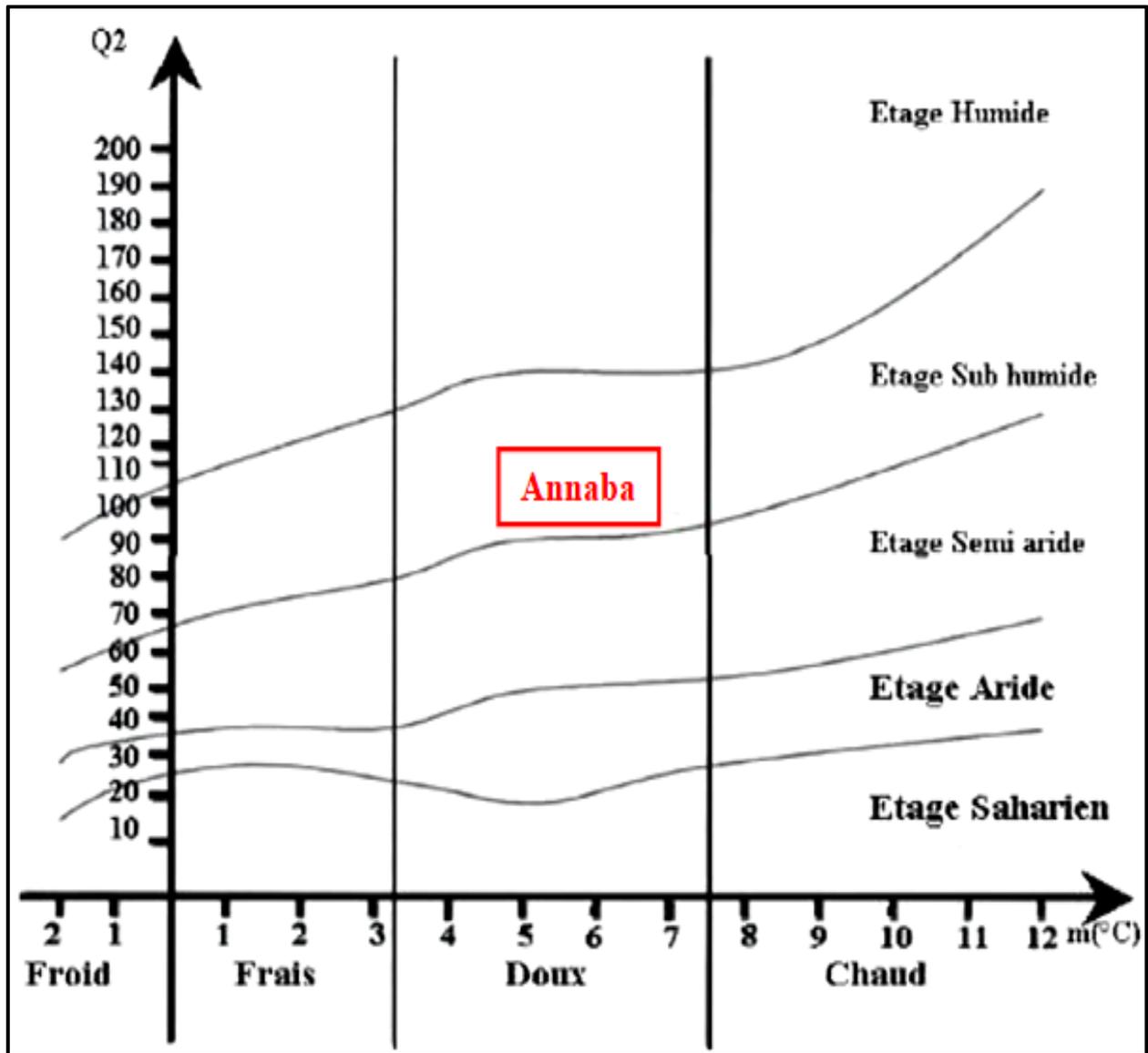


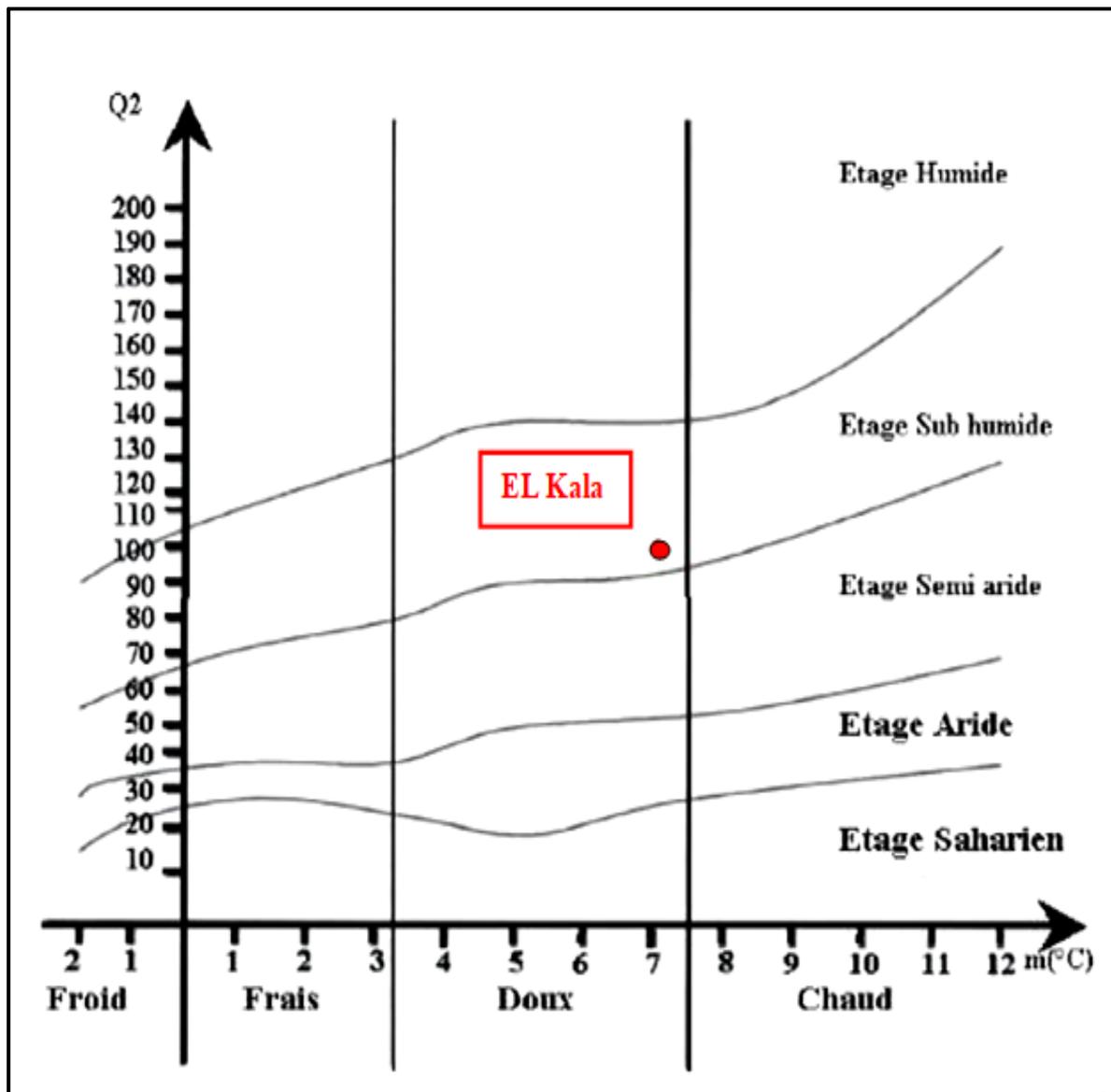
Figure 31 : Situation d’Annaba dans le climagramme d'Emberger (Ghennai, 2012).

### 3.2.3. La willaya d’El-Tarf

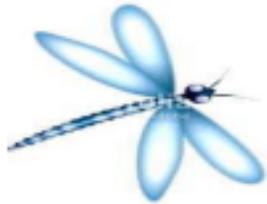
Dans le cas de notre zone d’étude, nous avons le résultat suivant :

$$Q = 98.80$$

D’après les données climatiques pour une période de 1988 à 2018 et après avoir porté « m » sur l’axe des abscisses et du quotient pluviométrique d’Emberger « Q » sur celui des ordonnées sur le climagramme d’Emberger (Figure 32), la station d’étude se situe dans l’étage bioclimatique sub-humide à hiver doux.



**Figure 32** : Positionnement dans la wilaya d'El-Tarf (période 1988-2018) dans le climagramme d'Emberger (Djamai, 2020).



# **Chapitre 3 :**

# **Résultats et Discussion**



## 1. Résultat

D'après les travaux sur les odonates qui ont été faite dans le Nord-Est Algérien, une considérable richesse a été identifiée et inventorié dans la région. Un total de 52 espèces, 07 familles, 24 genres d'Odonates a été identifié selon la littérature publiée pour les trois Wilayas (Guelma, Annaba, et El-Tarf) (Tableau 2).

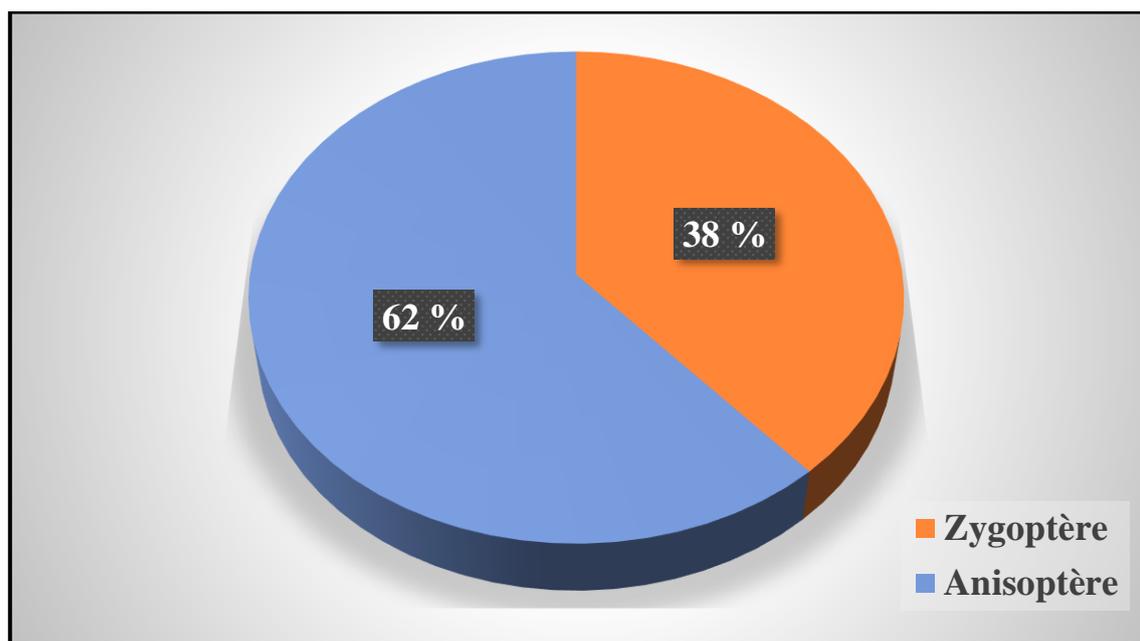
**Tableau 2 :** Les différents genres d'Odonates publiée pour les 03 Wilayas (Guelma, Annaba, et El-Tarf)

| Sous-ordre | Famille         | Espèce                            |
|------------|-----------------|-----------------------------------|
| Zygoptère  | Calopterygidae  | <i>Calopteryxexul</i>             |
| Zygoptère  | Calopterygidae  | <i>Calopteryx haemorrhoidalis</i> |
| Zygoptère  | Coenagrionidae  | <i>Ceriagrion tenellum</i>        |
| Zygoptère  | Coenagrionidae  | <i>Coenagrion caeruleescens</i>   |
| Zygoptère  | Coenagrionidae  | <i>Coenagrion mercuriale</i>      |
| Zygoptère  | Coenagrionidae  | <i>Coenagrion puellakocheri</i>   |
| Zygoptère  | Coenagrionidae  | <i>Coenagrion scitulum</i>        |
| Zygoptère  | Coenagrionidae  | <i>Enallagma deserti</i>          |
| Zygoptère  | Coenagrionidae  | <i>Erythromma lindenii</i>        |
| Zygoptère  | Coenagrionidae  | <i>Erythromma viridulum</i>       |
| Zygoptère  | Coenagrionidae  | <i>Ischnura graellsii</i>         |
| Zygoptère  | Coenagrionidae  | <i>Ischnura pumilio</i>           |
| Zygoptère  | Lestidae        | <i>Lestes barbarus</i>            |
| Zygoptère  | Lestidae        | <i>Lestes numidicus</i>           |
| Zygoptère  | Lestidae        | <i>Lestes virens virens</i>       |
| Zygoptère  | Lestidae        | <i>Chalcolestes viridis</i>       |
| Zygoptère  | Platycnemididae | <i>Platycnemis subdilatata</i>    |
| Zygoptère  | Lestidae        | <i>Sympecma fusca</i>             |

|                   |                |   |
|-------------------|----------------|---|
| <b>Anisoptère</b> | Aeshnidae      | <i>Aeshna mixta</i>                         |
| <b>Anisoptère</b> | Aeshnidae      | <i>Aeshna affinis</i>                       |
| <b>Anisoptère</b> | Aeshnidae      | <i>Aeshna isosceles</i>                     |
| <b>Anisoptère</b> | Aeshnidae      | <i>Anax imperator</i>                       |
| <b>Anisoptère</b> | Aeshnidae      | <i>Anax parthenope</i>                      |
| <b>Anisoptère</b> | Aeshnidae      | <i>Boyeria irene</i>                        |
| <b>Anisoptère</b> | Libellulidae   | <i>Crocothemis erythraea</i>                |
| <b>Anisoptère</b> | Libellulidae   | <i>Diplacodes lefebvrii</i>                 |
| <b>Anisoptère</b> | Gomphidae      | <i>Onychogomphus costae</i>                 |
| <b>Anisoptère</b> | Gomphidae      | <i>Onychogomphus forcipatusunguiculatus</i> |
| <b>Anisoptère</b> | Gomphidae      | <i>Onychogomphus uncatus</i>                |
| <b>Anisoptère</b> | Gomphidae      | <i>Gomphus lucasii</i>                      |
| <b>Anisoptère</b> | Libellulidae   | <i>Brachythemis impartita</i>               |
| <b>Anisoptère</b> | Libellulidae   | <i>Orthetrum coerulelescensanceps</i>       |
| <b>Anisoptère</b> | Libellulidae   | <i>Orthetrum cancellatum</i>                |
| <b>Anisoptère</b> | Libellulidae   | <i>Orthetrum chrysostigma</i>               |
| <b>Anisoptère</b> | Libellulidae   | <i>Orthetrum nitidinerve</i>                |
| <b>Anisoptère</b> | Libellulidae   | <i>Orthetrum trinacria</i>                  |
| <b>Anisoptère</b> | Libellulidae   | <i>Sympetrum fonscolombii</i>               |
| <b>Anisoptère</b> | Libellulidae   | <i>Sympetrum meridionale</i>                |
| <b>Anisoptère</b> | Libellulidae   | <i>Sympetrum striolatum</i>                 |
| <b>Anisoptère</b> | Libellulidae   | <i>Trithemis annulata</i>                   |
| <b>Anisoptère</b> | Libellulidae   | <i>Trithemis arteriosa</i>                  |
| <b>Anisoptère</b> | Libellulidae   | <i>Trithemis kirby</i>                      |
| <b>Zygotère</b>   | Coenagrionidae | <i>Lschnura pumilio</i>                     |

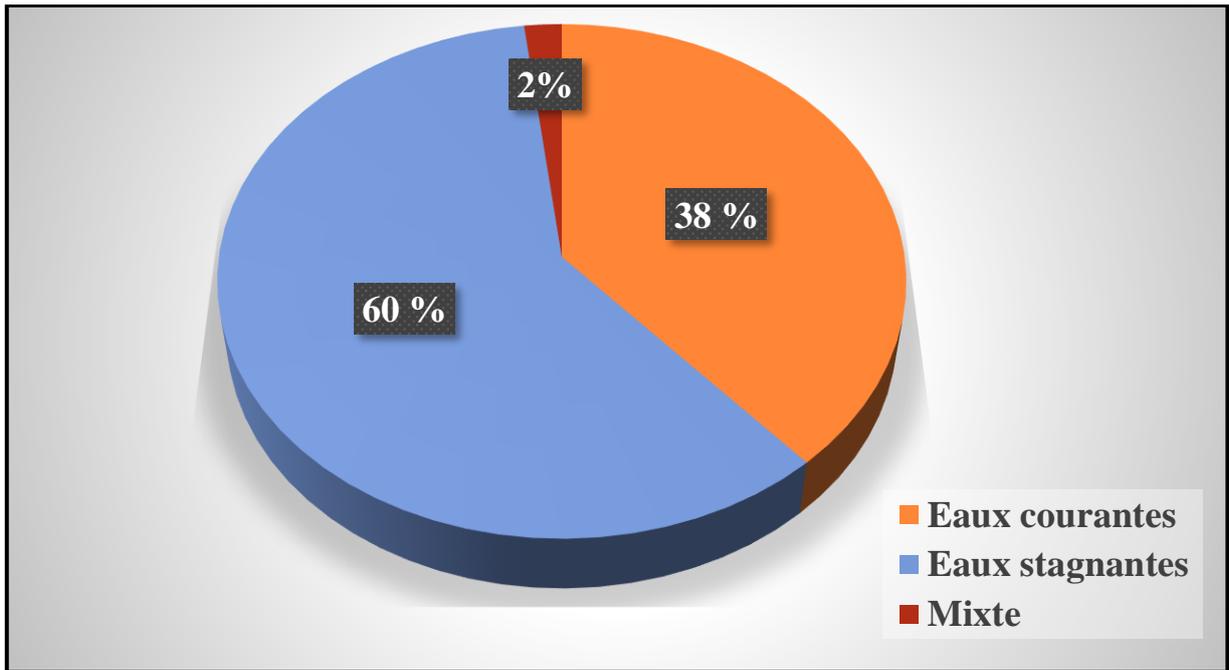
|            |                |  |
|------------|----------------|--|
| Anisoptère | Gomphidae      | <i>Paragomphus genei</i>                 |
| Anisoptère | Aeshnidae      | <i>Anax ephippiger</i>                   |
| Anisoptère | Libellulidae   | <i>Acisoma panorpoides ascalaphoides</i> |
| Anisoptère | Libellulidae   | <i>Sympetrum sanguineum</i>              |
| Anisoptère | Libellulidae   | <i>Urothemis edwardsii</i>               |
| Anisoptère | Gomphidae      | <i>Lindenia tetraphylla</i>              |
| Zygotère   | Coenagrionidae | <i>Coenagrion puella</i>                 |
| Anisoptère | Libellulidae   | <i>Trithemis arteriosa</i>               |

Les Anisoptères occupent la première place en termes d'espèce avec 32 espèces, suivies par 20 espèces de Zygotère (Figure 33).



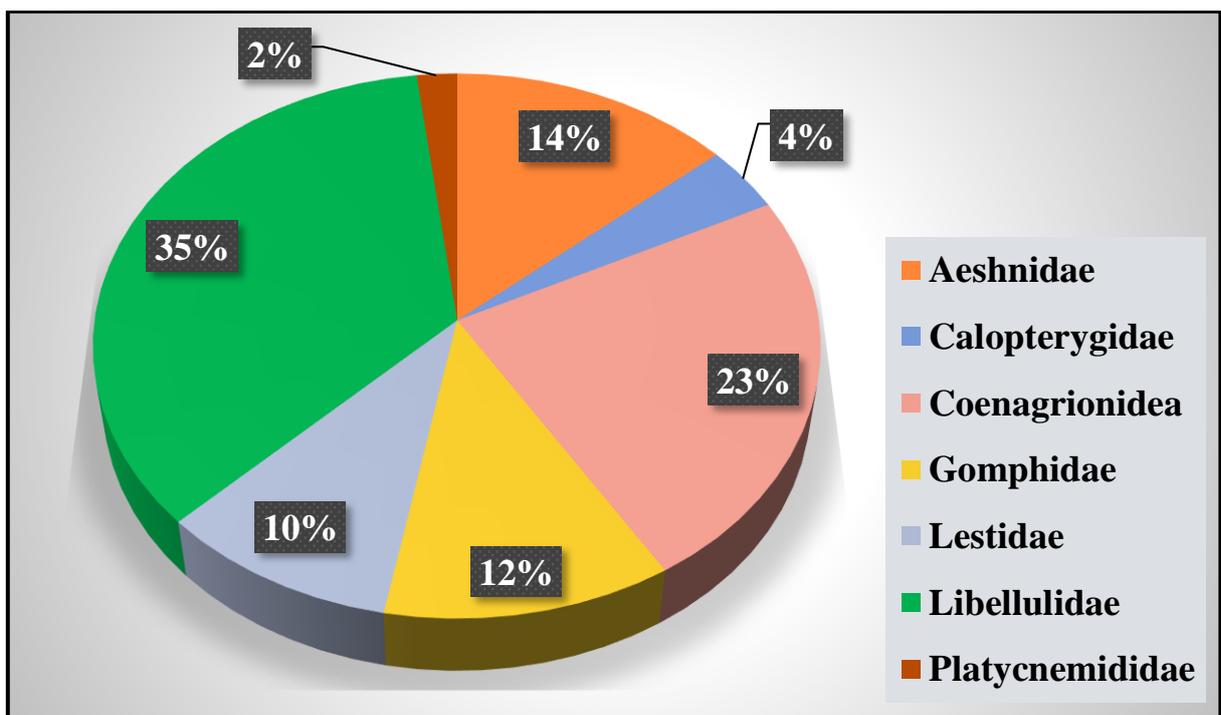
**Figure 33** : Répartition du Sous-ordre des Odonates identifiés dans les trois Wilayas (Guelma, Annaba, et El-Tarf) dans le Nord-Est Algérien.

Les Odonates occupent une large gamme d'habitat pour la survie et la reproduction (Oueds, rivière, mares, lac,...etc.). Nous avons enregistré que le nombre d'espèces qui occupait les eaux stagnantes (31 espèces) est plus élevé que celle des habitats des eaux courantes (21 espèces), et seulement une espèce qui est généraliste, c'est-à-dire utilise les deux types (Figure 34).



**Figure 34 :** Répartition des Odonates identifiés dans les trois Wilayas selon les types d'habitats dans le Nord-est Algérien.

La famille la plus ré pondue d'Odonate en terme d'espèce dans les trois Wilayas est la famille des Libellulidae (18 espèces), suivie par les Coenagrionidae (12 espèces), Aeshnidae (07 espèces), Gomphidae (06 espèces), puis le Lestidae (05 espèces), Calopterygidae (02 espèces), en enfin le Platycnemididae avec seulement une espèce (Figure 35).



**Figure 35 :** Répartitions des espèces d'Odonate selon les familles

La wilaya d'El-Tarf représente une richesse considérable d'Odonates et occupe la première place avec un nombre de 47 espèces, suivi par la wilaya de Guelma avec 43, et puis la wilaya d'Annaba avec 34 espèces (Tableau 2).

Trois espèces nouvelles de Libellulidae (*Acisomapanorpoideasascalaphoides*, *Lindeniatetraphylla*, *Urothemisedwardsii*) dans le Park National d'El Kala (PNEK, wilaya EL-Tarf) distinguées des autres wilayas dont elles sont classées comme vulnérables ou en danger selon la liste rouge des espèces menacées UICN.

**Tableau 3 :** Description des résultats dans la littérature sur les Odonates recensés aux niveaux des trois Wilayas (Guelma, Annaba, El-Tarf) dans le Nord-est Algérien.

| <i>Wilaya</i>  | <b>Nombre d'espèce</b> | <b>43</b> |
|----------------|------------------------|-----------|
| <i>Guelma</i>  | <b>Sous- ordre</b>     |           |
|                | <i>Zigoptère</i>       | 13        |
|                | <i>Anisoptère</i>      | 30        |
|                | <b>Type d'habitat</b>  |           |
|                | Eaux courantes         | 18        |
|                | Eaux stagnantes        | 24        |
|                | Mixte                  | 1         |
| <i>Annaba</i>  | <b>Nombre d'espèce</b> | <b>34</b> |
|                | <b>Sous- ordre</b>     |           |
|                | <i>Zigoptère</i>       | 14        |
|                | <i>Anisoptère</i>      | 20        |
|                | <b>Type d'habitat</b>  |           |
|                | Eaux courantes         | 12        |
|                | Eaux stagnantes        | 21        |
| Mixte          | 1                      |           |
| <i>El-Tarf</i> | <b>Nombre d'espèce</b> | <b>47</b> |
|                | <b>Sous- ordre</b>     |           |
|                | <i>Zigoptère</i>       | 17        |
|                | <i>Anisoptère</i>      | 30        |
|                | <b>Type d'habitat</b>  |           |
|                | Eaux courantes         | 17        |
|                | Eaux stagnantes        | 29        |
| Mixte          | 1                      |           |

## 2. Discussion

Les Odonates (Odonata), ou Odonatoptères plus connus sous le nom de libellules, représentent un ordre d'insectes à corps allongé, dotés de deux paires d'ailes membraneuses, généralement transparentes, et dont les yeux composés et généralement volumineux leur permettent de chasser efficacement leurs proies. Ils sont aquatiques à l'état larvaire et terrestre à l'état adulte. C'est des prédateurs, que l'on peut rencontrer occasionnellement dans tout type de milieu naturel, mais qui se retrouvent plus fréquemment aux abords des zones d'eau douce à saumâtre, stagnante à faiblement courante, dont ils ont besoin pour se reproduire (Corbet, 1999).

Les Odonates sont des insectes élégants et magnifiques, possédant une très large distribution, et qui comptent actuellement près de 6000 espèces décrites dans le monde (Silsby, 2001 ; Aguilar et Dommanget, 1998). La faune odonatologique de l'Algérie comprend 64 espèces citées et confirmées par plusieurs spécialistes (Samraoui & Menai, 1999, Khelifa *et al.*, 2016, Zebba *et al.*, 2015, Taleb *et al.* 2022). La richesse des odonates en Algérie est plus élevée que celle du Maroc (55 espèces) (Jacquemin, 1994) et de la Tunisie 52 espèces (Jödicke *et al.*, 2004).

Notre synthèse bibliographique a été faite en se basant sur les données des articles réalisés déjà dans la région Nord-Est Algérien. L'identification de la richesse (nombre d'espèces) des odonates a été limitée dans trois wilayas les plus étudiées : Guelma, Annaba, et El-Tarf ; fait ressortir un total de 52 espèces, 07 familles, 24 genres d'odonates, ce qui représente presque la totalité des espèces qui existent en Algérie.

Ces espèces se répartissent en deux sous-ordres à savoir les Anisoptères qui occupent la première place en termes du nombre d'espèces avec 32 espèces (62%), suivi par 20 espèces de Zygoptères (38%). Ceci est peut-être expliqué par la capacité des Anisoptères de coloniser tous les types d'habitats naturels, lotiques et lentiques.

La richesse la plus élevée a été enregistrée au niveau des eaux stagnantes (31 espèces) par rapport à celle enregistrée dans les habitats des eaux courantes (21 espèces), et seulement une espèce généraliste, c'est-à-dire qu'elle utilise les deux types. En général, les espèces qui occupent les eaux lentiques sont les plus nombreuses en termes du nombre d'espèces et ont une préférence spécifique des conditions abiotiques ex : oxygène faible, une température favorable assurée par un rideau végétal approprié comme c'est le cas des lacs de la wilaya d'El-Tarf (Benchalel et Samraoui, 2012).

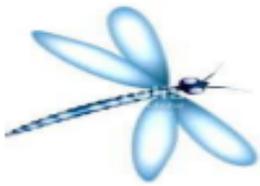
La famille des Libellulidae représente le grand pourcentage de l'ensemble du peuplement avec 18 espèces. Elle représente presque la majorité de la faune odonatologique de la région. En

effet, cette famille est la plus nombreuse des Anisoptères qui peuvent coloniser des milieux très divers : plaine, eaux stagnantes, douces ou saumâtres (Khelifa 2011), ainsi que les lacs, les étangs, les tourbières. Elle est suivie par les familles les Coenagrionidae (12 espèces), Aeshnidae (07 espèces), Gomphidae (06 espèces), puis le Lestidae (05 espèces), Calopterygidae (02 espèces), en enfin le Plactycnemididae avec seulement une espèce.

D'après notre synthèse, nous constatons que la région d'étude est riche, diversifiée en espèces. La wilaya d'El-Tarf occupe la première place avec un nombre de 47 espèces, suivi par la wilaya de Guelma avec 43, et puis la wilaya d'Annaba avec 34 espèces. Sachant que la wilaya d'El-Tarf abrite un nombre élevé des eaux stagnantes par rapport aux autres wilayas et borde d'une richesse floristique élevée, ce qui offre des conditions favorables à l'installation d'une faune très diversifiée d'odonates.

Trois espèces de Libellulidae (*Acisomapanorpoïd esascalaphoides*, *Lindeniatetraphylla*, *Urothemisedwardsii*) dans le Park National d'El kala (PNEK, wilaya EL-Tarf) distinguées des autres wilayas dont elles sont classées comme vulnérables ou en danger selon la liste rouge des espèces menacées UICN. Ils sont donc particulièrement vulnérables aux fluctuations naturelles et aux changements anthropiques (Khelifa *et al.*, 2016 ; Zouaimia *et al.*, 2022). Les espèces en danger nécessitent une conservation attentive en raison de leur aire de répartition géographique restreinte et leur statut général de conservation préoccupante (Myers *et al.*, 2000). Ces caractéristiques sont connues chez les Odonates de l'Afrique du Nord (Riservato *et al.*, 2009).

Dans l'ensemble, les résultats obtenus de cette synthèse concernant la richesse taxonomique révèlent que les trois wilayas (Guelma, Annaba, et El-Tarf) montrent une richesse considérable. D'autre part, un plan de conservation locale pour ces espèces doit être établi. Nous concluons à partir de ces études qu'une conservation efficace doit prendre en compte des écosystèmes aquatiques.



# Conclusion générale



### Conclusion générale

Les Odonates ou libellules sont des insectes qui ne fréquentent que les milieux non pollués. Ils se représentent ainsi de véritables bio-indicateurs de la pollution chimique d'un milieu humide. En plus, de ces caractéristiques, ces insectes sont ainsi de dépollueurs de l'atmosphère aérienne de ces zones humides.

En effet, L'Odonatologie algérienne n'a une le jour qu'à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle (les années 1990) où des articles sont apparus mentionnant la biologie, l'écologie et la systématique de ces espèces. Notre étude bibliographique a été réalisée dans la région Nord-Est du territoire algérien. Dont on a inventorié et étudié la distribution de ces insectes en fonction de type d'habitats dans les eaux lotiques et lenticue.

Les données sont collectées à partir des travaux sur la faune odonatologique dans les trois wilayas les plus étudiées (Guelma, Annaba, et El-Tarf).

Au terme de ce travail, l'inventaire des odonates montre un total de 52 espèces réparties en 07 familles et 24 genres.

La comparaison entre les trois Wilayas a montré que les Anisoptères occupent la première place en termes du nombre d'espèces avec 32 espèces, suivi par 20 espèces de Zygoptères. La famille la plus répondeuse d'odonate en terme d'espèce dans les trois Wilayas est la famille des Libellulidae (18 espèces), suivie par les Coenagrionidae (12 espèces), Aeshnidae (07 espèces), Gomphidae (06 espèces), puis le Lestidae (05 espèces), Calopterygidae (02 espèces), en enfin le Plactycnemididae avec seulement une espèce.

Egalement, la wilaya d'El-Tarf représente une richesse considérable d'Odonates et occupe la première place avec un nombre de 47 espèces, suivie par la wilaya de Guelma avec 43, et puis la wilaya d'Annaba avec 34 espèces.

En fait et afin de mieux connaître la biodiversité de la faune Odonatologique, il serait souhaitable d'élargir ce travail accompli par :

- Réalisation d'un Atlas Odonatologique à l'échelle nationale afin de établir un programme de gestion, de préservation ainsi la conservation de ces biotopes.



# **Références Bibliographiques**



Références bibliographiques

- Afaifia, R., & khalfa, I. (2016). L'étude de l'Odonatofaune du bassin versant de la Seybouse. Mémoire de Master, Université 8 Mai 1945 Guelma, 93p.
- Aguilar, J., & Dommaget, J. (1985). Guide des libellules d'Europe et d'Afrique du Nord, Université de Cornell, 2ème édition Delachaux et Niestlé, Paris.
- Aguilar, J., & Dommaget, J. L. (1998). Guide des libellules d'Europe et d'Afrique du Nord: L'identification et la biologie de toutes les espèces. *Delachaux et Niestlé*.461 p.
- Aguillar, J., Dommaget, J. L., & Prechac, R. (1985). Guide des libellules d'Europe et d'Afrique du Nord. Paris. P341.
- Allaby, M. (2009). A Dictionary of Zoology. OUP Oxford. 3 rd edition.
- ANAB Association Nature Alsace Bossue, 2018.
- Anastasiya Vasilyeva (Author), Robin Elizabeth Thomson (Contributor) Dragonfly (See Them Grow) Library Binding – January 1, 2017.
- Anholt, B. R. (1990). An experimental separation of interference and exploitative competition in larval damselfly. *Ecology*, 71(4), 1483-1493.
- Baïlo Ndiaye, A. 2010. Module de formation des formateurs sur le suivi des Odonates. *Wetlands International Afrique*, Projet de démonstration Bassin du fleuve Gambie, 47p.
- Banks, M. J., & Thompson, D. J. (1985). Lifetime mating success in the damselfly *Coenagrion puella*. *Animal Behaviour*, 33(4), 1175-1183.
- Belkharchouche, H., & Larifi, Y. (2019). Contribution à l'étude Odonatologique du sous bassin versant d'El Malleh. Mémoire de master. Université 8 Mai 1945 Guelma.99p.
- Benchalel, W. (1994). Contribution à l'étude écologique des odonates des eaux courantes (Oued El –Kebir et Oued Bouarroug wilaya d'El-Tarf. Thèse de Magister, Univ. D'Annaba.
- Bernáth, B., Szedenics, G., Wildermuth, H., & Horváth, G. (2002). How can dragonflies discern bright and dark waters from a distance? The degree of polarisation of reflected light as a possible cue for dragonfly habitat selection. *Freshwater Biology*, 47(9), 1707-1719.

- Berquier, C. (2015). Étude écologique et patrimoniale du peuplement des Odonates de Corse appliquée à la conservation des espèces et des zones humides à enjeux, Thèse de Doctorat. université de corse-pascal paoli , 102 p.
- Bouchard Jr, T. J. (2004). Genetic influence on human psychological traits: A survey. *Current directions in psychological science*, 13(4), 148-151.
- Brauckmann, C., & Zessin, W. (1989). Neue Meganeuridae aus dem Namurium von Hagen-Vorhalle (BRD) und die Phylogenie der Meganisoptera (Insecta, Odonata). *Deutsche Entomologische Zeitschrift*, 36(1-3), 177-215.
- Carpenter, F. M. (1966). The lower Permian insects of Kansas. Part II. The orders Protorthoptera and Orthoptera. *Psyche* 73, 46–88.
- Chinery, M. (1992). Insectes d'Europe Bordas, Paris, 380p.
- Corbet, P. S (2004). Dragonflies: Behaviour and ecology of Odonata. Harley books, 830p.
- Corbet, P. S. (1957). The life-history of the emperor dragonfly *Anax imperator* Leach (Odonata: Aeshnidae). *The Journal of Animal Ecology*, 1-69.
- Corbet, P. S. (1962). Biology of dragonflies, *Witherby: London*.
- Corbet, P. S. (1980). Biology of odonata. *Annual review of entomology*, 25(1), 189-217.
- Corbet, P.S. (1999). Dragonflies: behaviour and ecology of Odonata. Colchester. UK: *Harley Books*.
- Cordero, A., & Stoks, R. (2008). Mark–recapture studies and demography, pp. 7-20. In A. Córdoba-Aguilar (eds.), *Dragonflies and Damselflies: model organisms for ecological and evolutionary research*, *Oxford University Press*.
- Cordero-Rivera, A., & Stoks, R. (2008). Mark-recapture studies and demography. *Dragonflies and damselflies: Model organisms for ecological and evolutionary research*, 7-20.
- Dajoz, R. (1985). Précis d'écologie. 5ème édition. Dunod, Paris. 517 p.
- Djamai, S. (2020). Variations Spatiales des Macro-invertébrés benthiques dans le lac Tonga (El-Kala – Wilaya El-Tarf). Thèse de Doctorat. Université Mohamed Boudiaf - M'sila. 122p.

- Dmitriew, C., & Rowe, L. (2005). Resource limitation, predation risk and compensatory growth in a damselfly. *Oecologia*, 142(1), 150-154.
- Doucet, G. (2010). Clé de détermination des exuvies des odonates de France. Société française d'odonatologie.
- Durand, J.R., & L'évêque, L. (1981). Flore et Faune aquatiques de l'Afrique Sahelo Soudanienne. Editions de L'ORSTOM, Coll. Init. Doc. Tech. 45, Paris. 873 p.
- Fincke, O. M. (1986). Underwater oviposition in a damselfly (Odonata: Coenagrionidae) favors male vigilance, and multiple mating by females. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 18(6), 405-412.
- Finke, R. A., Ward, T. B. & Smith, S. M. (1992). *Creative cognition: Theory, research, and applications*. The MIT Press.
- Fraser, F. (1957). A Reclassification of the order Odonata. Royal Zoological Society of New South Wales.
- Ghennai, N. (2012). Etude des rapports et des correlations entre le regime bioclimatique et les incendies de forêts (cas de l'Est-algerien). Mémoire de Magister, Université constatantine 1. 79p.
- Gillooly, J. F., & Dodson, S. I. (2000). The relationship of egg size and incubation temperature to embryonic development time in univoltine and multivoltine aquatic insects. *Freshwater Biology*, 44(4), 595-604.
- Grand, D., & Boudot, J. P. (2006). Les Libellules de France, Belgique et Luxembourg. Editions Biotope, Mèze, (Collection Parthénope), 480p.
- Gribbin, S. D., & Thompson, D. J. (1991). Emergence of the damselfly *Pyrrhosoma nymphula* (Sulzer)(Zygoptera: Coenagrionidae) from two adjacent ponds in northern England. *Hydrobiologia*, 209(2), 123-131.
- Guebailia, A. (2017). Comportement et succès reproducteur des Libellulidae (genres *Crocothemis* et *Trithemis*) (Odonata: Anisoptera) dans les milieux lenticques du bassin versant de la Seybouse. Thèse de doctorat. Université de Jijel-Mohammed Seddik Ben yahia. 94p.

- Hardersen, S., & Frampton, C. M. (1999). Effects of short term pollution on the level of fluctuating asymmetry—a case study using damselflies. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 92(1), 1-7.
- Heidemann, H., & Seidenbousch, R. (2002). Larves et exuvies des libellules de France et d'Allemagne (sauf de Corse). *Société française d'odonatologie*. 416 pages.
- Hottenbacher, N., & Koch, K. (2006). Influence of egg size on egg and larval development of *Sympetrum striolatum* at different prey availability (Odonata: Libellulidae). *Int. J. Odonatol.* 9:165–74.
- Jacobs, M.S. (1955). Studies on territorialism and sexual selection in dragonflies. *Ecology*. 36 :566-586.
- Johansson, F. & Rowe, L. (1999). Life history and behavioral responses to time constraints in a damselfly. *Ecology* 80:1242–52.
- Johansson, F. (1996). The influence of cannibalism and prey density on growth in the damselfly *Coenagrion hastulatum*. *Archiv für Hydrobiologie* 137: 523-535.
- Johansson, F. (2000). 'The slow-fast life style characteristics in a suite of six species of odonate larvae', *Freshwater Biology*, 43, 149–159.
- Johnsson, F. & Bordin, T. (2003). Effects of Fish Predators and Abiotic Factors on Dragonfly Community Structure. *Journal of Freshwater Ecology* 18: 415-423.
- Johnson, D. M., Pierce, C. L., Martin, T. H., Watson, C. N., Bohanan, R. E., & Crowley, P. H. (1987). Prey Depletion by Odonate Larvae: Combining Evidence from Multiple Field Experiments: Ecological Archives E068-005. *Ecology*, 68(5), 1459-1465.
- Jourde, P. (2009). Les Odonates biologie et écologie, [en ligne], 1ère partie, 6p. Disponible sur <https://www7.inra.fr/opiinsectes/pdf/i157jourde.pdf>. Consulté le 13.02.2017
- Jourde, P. (2010). Les odonates, biologie et écologie (1ère Partie), *Revue Insecte* 157(2):3-8.
- Khelifa, R., Mellal, M. K., Zouaïmia, A., Amari, H., Zebsa, R., Bensouilah, S., ... & Houhamdi, M. (2016). On the restoration of the last relict population of a dragonfly *Urothemis edwardsii* Selys (Libellulidae: Odonata) in the Mediterranean. *Journal of Insect Conservation*, 20(5), 797-805.

- Khelifa, R., Youcefi, A., Kahlerras, A., Alfarhan, A. H., Al-Rasheid, K. A., & Samraoui, B. (2011). L'odonatofaune (Insecta: Odonata) du bassin de la Seybouse en Algérie: intérêt pour la biodiversité du Maghreb. *Revue d'Ecologie, Terre et Vie*, 66(1), 55-66.
- Khelifa, R., Zebsa, R., Kahalerras, A. et Mahdjoub H. (2012). Clutch size and egg production in *Orthetrum nitidinerve* Selys, 1841 (Anisoptera: Libellulidae): effect of body size and age. *Int. J. Odonatol.* 15: 51–58.
- Khettabi, Z. et Zemmar, M. (2005). Inventaire des odonates dans la région de Meskiana et Ain Babouche comme un indicateur de pollution.
- Khettabi, Z. et Zemmar, M. (2021). Révision sur les sous ordres des odonate (Anizoptère ; Zygoptère) dans sept régions de l'Algérie (Bejaia, Seybous, Zéralda, Biskra, Touggourt, Chott malghir et Oum-el bouaghui), Mémoire de Master, Université d'Oum El Bouaghui, 54p.
- Lecointre, G. et Le Guyader, H. (2006). Classification phylogénétique du vivant. Belin, Paris, 3e édition, 560 p.
- McPeck, M. A. (2004). The growth/predation risk trade-off: so what is the mechanism?. *The American Naturalist*, 163(5), E88-E111.
- Menaï, R. (2005). Contribution à l'étude des macroinvertébrés des eaux continentales de l'Algérie: Inventaire, écologie et biogéographie des odonates. Thèse de Doctorat, Université d'Annaba.
- Merzoug, S. (2015). Structure du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* dans les zones humides du littoral Est de l'Algérie : Statut et description des habitats. Thèse de doctorat, université de Tizi Ouzou. 145p.
- Mikolajewski, D.J., Stoks R., Rolff J. et Joop G. (2008). Predators and cannibals modulate sex specific plasticity in life history and immune traits. *Funct. Ecol.* 22:114–20.
- Moskowitz, D., Moskowitz J., Moskowitz S. et Moskowitz H. (2001). Notes on a large dragonfly and butterfly migration in New Jersey. *Northeast. Nat.* 8:483–490.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853-858.
- Pierce, C.L., Crowley P.H. et Johnson D.M. (1985). Behavior and ecological interactions of larval odonata. *ecology* 66: 1504-1512.

- Pinhey, E.C.G. (1974). A revision of the African Agriocnemis Selys and Mortonagrion. Fraser (Coenagriidae). Occ. Pap. Nat. Mus. Rhod. , 5, pp: 171-278.
- Précigout, L. (2009). Libellule déprimée *Libellula depressa*. In, Poitou-Charentes Nature, Libellules du Poitou-Charentes -Poitou-Charentes Nature, Fontaine-le-Comte, p174-175Edition.
- Purse B.V., & Thompson, D.J. (2003). ‘Emergence of the damselflies, *Coenagrion mercuriale* and *Ceriagrion tenellum* (Odonata: Coenagrionidae), at their northern range margins, in Britain’, *European Journal of Entomology*, 100, 93–100.
- Querino, R.B., & Hamada, N. (2009). An aquatic microhymenopterous egg-parasitoid of *Argia insipida* Hagen in Selys (Odonata, Coenagrionidae) and biological observations in the central Amazon, Brazil. *Neotrop. Entomol.* 38,346-351. 13S
- Raebel, E. M., Merckx, T., Riordan, P., Macdonald, D. W., & Thompson, D.J. (2010). ‘The dragonfly delusion: why it is essential to sample exuviae to avoid biased surveys’, *Journal of Insect Conservation*, 14, 523–533.
- Riservato E., Boudot J.P., Ferreira S., Joviæ M., Kalkman V.J., Schneider W., Samraoui B., et Cuttelod A. (2009). The status and distribution of dragonflies of the Mediterranean Basin, Gland, Switzerland and Malaga, Spain: IUCN.
- Robert, A. (1963). Les libellules du Québec, Service de la faune, Bulletin (1). 236 p.
- Rouquette, J.R. et Thompson, D.J. (2005). Habitat associations of the endangered damselfly, *Coenagrion mercuriale*, in a water meadow ditch system in southern England. *Biological Conservation* 123: 225-235.
- Russell, R. W., May M. L., Soltesz, K. L., & Fitzpatrick J. W. (1998). Massive swarm migrations of dragonflies (Odonata) in eastern North America. *Am. Midl. Nat.*140: 325–342.
- Samraoui, B & Menai, R. (1999). A contribution to the study of Algerian Odonata, *International Journal of Odonatology* 2 (2): 145-165.
- Samraoui, B., Boudot, J-P., Ferreira, S., Riservato, E., Jovic, M., Kalkman, V.J., & Schneider, w. (2010). The status and distribution of Dragonflies. In: Garcia, N. et al, The status and distribution of Freshwater Biodiversity in Northern Africa, Chap. 5. IUCN Red List of Threatened Species, Regional Assessments. Gland, Switzerland, Malaga Spain, pp 51-70.

- Silsby, J. (2001). *Dragonflies of the World*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., USA.
- Sniegula, S., Nilsson-Ortman, V. et Johansson, F. (2012). Growth Pattern Responses to Photoperiod across Latitudes in a Northern Damselfly. *Plos one* 7(9): e46024.
- Stoks R. (2001). What causes male-biased sex ratios in mature damselfly populations? *Ecol. Entomol.* 26:188–97s.
- Stoks, R. (2001). Male-biased sex ratios in mature damselfly populations: real or artefact? *Ecol. Entomol.* 26: 181–187.
- Stoks, R., & McPeck, M. A. (2003). Predators and life histories shape *Lestes* damselfly assemblages along the freshwater habitat gradient. *Ecology*, 84, 1576–1587.
- Stoks, R., De Block M. & McPeck M. A. (2006). Physiological costs of compensatory growth in damselfly. *Ecology* 87:1566–1574.
- Suhling, F., & Lepkojus, S. (2001). Differences in growth and behaviour influence asymmetric predation among early-instar dragonfly larvae. *Canadian Journal of Zoology*, 79(5), 854-860.
- Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M., & Usseglio-Polatera, P. (2010). *Invertébrés d'eau et douce: systématique, biologie, écologie* (Vol. 15). Paris: CNRS editions.) p244.
- Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M., et Ussegloi, P. (2000). *Invertébrés d'eau douce systématique, biologie, écologie*. CNRS, Paris, 607p.
- Taleb, L. A., Zebsa, R., & Khelifa, R. (2022). Discovery of *Pyrrosoma* cf. *nymphula* (Odonata: Coenagrionidae) in Algeria. *Notulae odonatologicae*, 9(9), 455-460.
- Ternois, V. (2003). A la découverte des libellules, Les livrets nature du CPIE du Pays deSoulaines. 11p.
- Testard, P. (1981). Odonates. In : *Flore et faune aquatique de l'Afrique Sahélosoudanienne*. Initiations Documentations Techniques, ORSTOM, Paris, 45, pp : 445-481.
- Tillyard, R. J. (1917). *The biology of dragonflies (Odonata or Paraneuroptera)*. Cambridge, Cambridge University Press.

- Tillyard, R. J. (1928). Some remarks on the Devonian fossil insects from the Rhynie chert beds, Old Red Sandstone. *Transactions of the Entomological Society of London*, 76: 65-71.
- Trueman, J. W. H. (1996). A preliminary cladistic analysis of odonate wing venation. *Odonatologica* 25, 59–72.
- Van Buskirk, J. (1987). Influence of size and date of emergence on male survival and mating success in a dragonfly *Sympetrum rubicundulum*. *Am. Midl. Nat.* 118:169–76.
- Van buskirk, J. (1992). Compétition cannabalisme and size classe dominance in a dragonfly-oikos 65:455-464.
- Van Doorslaer, W., & Stoks, R. (2005). Thermal reaction norms in two Coenagrion damselfly species: contrasting embryonic and larval life-history traits. *Freshwater Biology*, 50:1982–90.
- Wissinger, S.A., Mcintosh A.R., & Greig H.S. (2006). Impacts of introduced brown and rainbow trout on benthic invertebrate communities in shallow New Zealand lakes. *Freshwater Biology*, 51: 2009–2028.
- Zebza, R. (2016). Ecologie et statut des Gamphidae (Odonata) à Oued Seybous. Thèse de Doctorat, Université de Guelma, Faculté Des Sciences De La Nature Et De La Vie, 139 p.
- Zouaïma, A., Adjami, Y., Zebza, R., Youcefi, A., Bensakhri, Z., Bensouilah, S., ... & Khelifa, R. (2022). Phenology of the regionally critically endangered dragonfly *urothemis edwardsii* in the national park of EL Kala, northeast of Algeria. *Nature Conservation Research. Заповедная наука*, 7(1), 1-9.

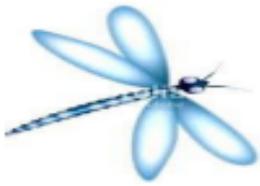
### Les sites web

- 1) <https://odonatas69.blogspot.com/p/biologie-des-odonates.html/>
- 2) <http://aramel.free.fr/INSECTES7ter.shtml>
- 3) <http://blog.cpi-plongee.fr/Documents/Bio/libellules.pdf>
- 4) [https://nature22.com/odonates22/pour\\_commencer/pour\\_commencer.html](https://nature22.com/odonates22/pour_commencer/pour_commencer.html)

### Référence des figures

- [1] <http://blog.cpi-plongee.fr/Documents/Bio/libellules.pdf>
- [2] <https://alchetron.com/Epiophlebia>

- [3] [www.libellules.org/fra/fra\\_index.php](http://www.libellules.org/fra/fra_index.php)
- [4] <https://doris.ffessm.fr/Especies/Anisoptera-sous-ordre-larves-Larves-de-libellules-vraies-2872>
- [5] [http://www.poitou-charentes-nature.asso.fr/wp-content/uploads/2014/01/jpg\\_morpho\\_exuvies2.jpg](http://www.poitou-charentes-nature.asso.fr/wp-content/uploads/2014/01/jpg_morpho_exuvies2.jpg)
- [6] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Aile\\_%28anatomie\\_des\\_insectes%29](https://fr.wikipedia.org/wiki/Aile_%28anatomie_des_insectes%29)
- [7] [https://docbebitte.files.wordpress.com/2019/09/aeshnidae\\_aumbrosa\\_ponte1.jpg](https://docbebitte.files.wordpress.com/2019/09/aeshnidae_aumbrosa_ponte1.jpg)
- [8] [https://passion-nature.pagesperso-orange.fr/Insectdiv/odonate/larve\\_od.html](https://passion-nature.pagesperso-orange.fr/Insectdiv/odonate/larve_od.html)
- [9] [https://fr-academic.com/pictures/frwiki/80/Pyrrhososma\\_nymphula\\_Luc\\_Viatour.jpg](https://fr-academic.com/pictures/frwiki/80/Pyrrhososma_nymphula_Luc_Viatour.jpg)
- [10] <https://www.bing.com/images/blob?bcid=ROajEsbKz0YEQg>
- [11] [http://entomofaune.qc.ca/entomofaune/odonates/Predateurs.html?fbclid=IwAR24pIK8zzVL7pdv2ZmmZscJ0xjkCnTLo0DrFcbyG7nVTeXTI\\_JccQKQnAQ](http://entomofaune.qc.ca/entomofaune/odonates/Predateurs.html?fbclid=IwAR24pIK8zzVL7pdv2ZmmZscJ0xjkCnTLo0DrFcbyG7nVTeXTI_JccQKQnAQ)
- [12] <http://www7.inra.fr/opie-insectes/pdf/i158jourde.pdf>



# Résumé



### Résumé

Dans le cadre de la réalisation d'une synthèse bibliographique des odonates dans les eaux lotiques et lentic du Nord-Est algérien, une collecte des données a été réalisée à partir des articles cités dans la partie annexe afin d'inventorier les espèces existant dans cette région d'étude.

Le présent travail montre la présence de 52 espèces réparties en 07 familles et 24 genres. En effet, les Anisoptères occupent la première place en termes d'espèce avec 32 espèces, suivies par 20 espèces de Zygoptères.

Ces insectes occupent une large gamme d'habitat pour la survie et la reproduction. Nous avons enregistré que le nombre d'espèces qui occupait les eaux stagnantes (31 espèces) est plus élevé que celles occupant des habitats des eaux courantes (21 espèces), et seulement une espèce qui est généraliste, c'est-à-dire utilise les deux types. La famille la plus représentée d'odonate en terme d'espèce dans la région d'étude est la famille des Libellulidae (18 espèces), suivie par les Coenagrionidae (12 espèces), Aeshnidae (07 espèces), Gomphidae (06 espèces), puis le Lestidae (05 espèces), Calopterygidae (02 espèces), en enfin le Plactycnemididae avec seulement une espèce. Dans la région d'étude la wilaya d'El-Tarf représente une richesse considérable d'odonates et occupe la première place avec un nombre de 47 espèces, suivi par la wilaya de Guelma avec 43, et puis la wilaya d'Annaba avec 34 espèces.

**Mots clés :** Odonates, Eaux lotiques, Eau lentic, Richesse, Anisoptères, Zygoptères.

### Summary

Within the framework of the realization of a bibliographical synthesis of the odonates in the lotic and lentic waters of the North-East of Algeria, a collection of data was carried out from the articles quoted in the annexed part in order to inventory the existing species in this study region.

This work shows the presence of 52 species divided into 07 families and 24 genera. Indeed, the Anisoptera occupy the first place in terms of species with 32 species, followed by 20 species of Zygoptera.

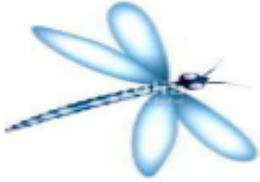
These insects occupy a wide range of habitats for survival and reproduction. We recorded that the number of species occupying stagnant waters (31 species) is higher than those occupying common habitats (21 species), and only one species that is generalist, i.e. uses the two types. The most responded odonate family in terms of species in the study area is the Libellulidae family (18 species), followed by the Coenagrionidae (12 species), Aeshnidae (07 species), Gomphidae (06 species), then the Lestidae (05 species), Calopterygidae (02 species), finally the Plactycnemididae with only one species. Number of 47 species, followed by the wilaya of Guelma with 43, and then the wilaya of Annaba with 34 species.

**Keywords:** Odonata, Lotic waters, Lentic water, Richness, Anisoptera, Zygoptera.

في إطار إجراء دراسة نظرية حول Odonates في المياه الجارية والراكدة في شمال شرق الجزائر ، تم اختيار ثلاث مناطق الأكثر دراسة : قالمة و عنابة والطارف. حيث يُظهر العمل الحالي وجود 52 نوعًا و 07 عائلة و 24 جنسًا من Odonates تم تحديدها وفقًا للمقالات العلمية المنشورة مؤخرًا. في الواقع، تحتل Anisoptera المرتبة الأولى من حيث الأنواع بـ 32 نوعًا، تليها 20 نوعًا من Zygoptera.

تحتل Odonates مناطق واسعة من حيث التكاثر. لقد سجلنا أن عدد الأنواع التي تحتل المياه الراكدة (31 نوعًا) أعلى من تلك الموجودة في المياه الجارية (21 نوعًا)، وهناك نوع واحد فقط عام أي يستخدم كلا النوعين. أكثر فصائل Odonates شيوعًا من حيث الأنواع في الولايات الثلاث هي عائلة Libellulidae (18 نوعًا)، تليها عائلة (12 Coenagrionidae نوعًا) Aeshnidae (07 ، ) ، Gomphidae (06 نوعًا)، ثم Lestidae (05 نوعًا)، Calopterygidae (02 نوعًا)، وأخيرًا Plactycnemididae بنوع واحد فقط. تمثل ولاية الطارف ثروة كبيرة من السلالات وتحتل المركز الأول بعدد 47 نوعًا ، تليها ولاية قالمة بـ 43 نوعًا ، ثم ولاية عنابة بـ 34 نوعًا.

**الكلمات الرئيسية ، : Odonates مياه جارية، مياه راکدة، تنوع بيولوجي، Anisoptera، Zygoptera.**



# Annexes



## Annexes

Les travaux utilisés comme des références pour la collecte des données sont des articles cités dans le tableau suivant :

| Auteur                               | Titre   | Année |
|--------------------------------------|---|-------|
| Boudjema Samraoui & A.H. Alfarhan    | Odonata in Streams on Mount Edough, Algeria, and in Kroumiria, Tunisia  | 2015  |
| Boudjéma Samraoui & Philip S. Corbet | The Odonata of numidia, northeastern algeria part i status and distribution   | 2015  |
| Rassim Khelifa & al...               | A hotspot for threatened Mediterranean odonates in the Seybouse River (Northeast Algeria): are IUCN population sizes drastically underestimated?                          | 2016  |
| Boudjema Samraoui & Wafa Benchalel   | Caractérisation écologique et biologique de l'odonatofaune de deux cours d'eau méditerranéens : l'oued El-kébir et l'oued Bouaroug (Nord-Est de l'Algérie)                | 2012  |
| Rabah Zebza & al...                  | Adult Movement Pattern and Habitat Preferences of the Maghribian Endemic Gomphus lucasii (Odonata: Gomphidae)   | 2015  |
| Rassim Khelifa & al...               | Niche partitioning in three sympatric congeneric species of dragonfly, Orthetrum chrysostigma, O. coerulescens anceps, and O. nitidinerve: The importance of microhabitat | 2013  |
| Boudjema Samraoui                    | A contribution to the study of algerian odonata   | 2015  |