

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



Université A. Mira de Bejaïa

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Biologiques de l'Environnement

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Naturelles de l'Environnement

Thème :

Étude des paramètres de distribution altitudinales des Odonates

Membres du Jury :

Président du Jury : Mr Mousli M.L.

Promoteur : Mr Moali A.

Examineur 1 : M^{me} Boulila F.

Examineur 2 : M^{lle} Rahmani A.

Présenté par :

M: Raad Fadi

Promotion "2014"

Remerciement :

Tout d'abord mes remerciements vont à mon encadrant, Mr Moali Aissa, pour l'intérêt constant qu'il a porté au travail. Ses conseils avisés ont été décisifs pour l'achèvement de mon projet.

Je remercie sincèrement les membres du jury qui m'ont fait l'honneur de juger ce travail.

Enfin je remercie les professeurs, les doctorants ainsi que tous les étudiants de ma promotion, en particulier Mokrane.

Dédicace :

Je dédicace ce travail à mes parents, ma sœur et Leïla, qui m'ont soutenu et apporté une aide précieuse.

Je remercie aussi tous mes amis, particulièrement Didine, Aghiles, Sarah et Yasmine.

Sommaire :

Introduction.....	8
Chapitre 1 : Description de l'ordre des odonates.....	10
1-1) Origine de l'espèce.....	11
1-2) Systématique :.....	12
1-3) Morphologie.....	15
1-4) Cycle évolutif :	17
1-4-1) Étape Larvaire :	17
1-4-2) Étape adulte :.....	18
1-5) Accouplement :	19
1-6) Régime alimentaire :.....	20
1-7) Rôle des Odonates dans la Biosphère :	20
Chapitre 2 : État des connaissances sur les Odonates Algérienne.....	22
2-1) Historique bibliographique :	23
2-2) Espèces présentes en Algérie :.....	23
2-3) Espèces endémiques et menacées :	27
Chapitre3 : Présentation de la zone d'étude.....	28
3-1) localisation de la région :	29
3-2) Climatologie :.....	29
3-3) Description des sites étudiés :.....	29
3-3-1) Lac Mézaïa :	30
3-3-2) Tamelahat :	31
3-3-3) Thamda :	31
3-3-4) Retenue collinaire d'el-kseur :	32
3-3-5) Lac Tibane :	32
Chapitre 4 : Matériels et Méthode.....	33
4-1) Méthodologie de terrain :	34
4-1-1) archives antérieures :	34
4-1-2) Observation de terrain :.....	34
a) Reconnaissance des espèces :.....	34
b) Calendrier d'intervention	35
4-2) Équipement utilisé sur le terrain.....	35
4-2-1) La photographie.....	35
4-2-2) Le filet entomologique :.....	36
4-2-3) Guide d'identification :.....	37
4-2-4) Le carnet de terrain :	37

4-3) Étude des habitats.....	37
4-3-1) observation des adultes :	37
4-3-2) Clés d'identification :	38
4-3-3) Surfaces d'observation :	39
4-4) Logiciels utilisés pour le traitement des données :	40
4-4-1) Xlstat :	40
a) Tests statistiques :	40
- Classification hiérarchique ascendante :	40
4-4-2) Présentation du logiciel DIVA-GIS :	41
a) Données climatiques :	41
- Observation des variables climatiques :	41
Chapitre 5 : Résultats et discussions.....	42
5-1) Échantillonnage et identification :	43
5-2)- Traitement des données :	45
5-2-1) Tableau absence/présence :	45
5-2-2) Classification hiérarchique ascendante :	46
a) Regroupement des espèces :	46
b) Regroupement des Sites :	47
5-2-3) Observation des variables climatiques :	48
a) Température minimale :	48
b) Température maximale :	49
c) Précipitation :	49
5-3) Discussion :	50
Conclusion et perspectives:	54
Bibliographie	59

LISTE DES PHOTOS :

PHOTO 1: <i>LESTES VIRIDIS</i> , CRÉDIT PHOTO A. MOALI (2013), TIBANE.....	12
PHOTO 2 : <i>ISHNURA SAHARENSIS</i> , CRÉDIT PHOTO I.B(2014), THAMDA	12
PHOTO 3: <i>ORTHETRUM NITIDINERVE</i> , CRÉDIT PHOTO A. MOALI(2014), MÉZAÏA.....	13
PHOTO 4 : <i>SYMPETRUM FONSCOLOMBII</i> , CREDIT PHOTO I.B(2014), TIBANE.....	13
PHOTO 5 : <i>ANAX IMPERATOR</i> , CREDIT PHOTO F.....	16
PHOTO 6 : LARVES DE LIBELLULE PHOTOGRAPHIE NATURE PHOTO SFO PCV JEAN-PIERRE RING.....	18
PHOTO 7: ACCOUPLEMENT D' <i>ISHNURA SAHARENSIS</i> . CRÉDIT PHOTO S.R.....	19
PHOTO 8: ACCOUPLEMENT D' <i>ORTHETRUM CANCELLATUM</i>	19
PHOTO 9: IMAGE SATELLITE DE BEJAÏA (GOOGLE EARTH)	29
PHOTO 10: PHOTO DU LAC MÉZAÏA, CRÉDIT PHOTO MOALI A	30
PHOTO 11: IMAGE GOOGLE EARTH, ÉCHELLE: 1/6000.....	30
PHOTO 12: IMAGE GOOGLE EARTH ÉCHELLE 1/12400.....	31
PHOTO 13 : IMAGE GOOGLE EARTH ÉCHELLE 1/54000.....	31
PHOTO 14: THAMDA. CRÉDIT PHOTO RAAD.F	31
PHOTO 16: IMAGE GOOGLE EARTH ÉCHELLE 1/9000.....	32
PHOTO 17: RETENUE COLLINAIRE, CRÉDIT PHOTO RAAD.F	32
PHOTO 18 :LAC TIBANE. PHOTO CRÉDIT RAAD F.	32
PHOTO 19 :GOOGLE EARTH. ÉCHELLE 1/56000.....	32
PHOTO 20 : ZYGOPTÈRE, CRÉDIT PHOTO BOUTÉGRABET I (2014), TAMELAHT.	36
PHOTO 21:RETENUE COLLINAIRE D'ÉL-KSEUR	40

LISTES DES FIGURES:

FIGURE 1: DENDROGRAMME REPRÉSENTANT LA CLASSIFICATION DES ESPÈCES.....	46
FIGURE 2 : DENDROGRAMME REPRÉSENTANT LES CLASSES D'ALTITUDES (SITES).....	47
FIGURE 3: HISTOGRAMME DES MOYENNES T-MIN (°C) DANS LE TEMPS (MOIS).....	48
FIGURE 4: HISTOGRAMME REPRÉSENTANT LES T-MAX (°C) DANS LE TEMPS (MOIS)	49
FIGURE 5 : HISTOGRAMME REPRÉSENTANT LES MOYENNES DE PRÉCIPITATIONS (MM) DANS LE TEMPS (MOIS)	49

Liste des Images :

Image 2: Schéma représentant une tête de Zygoptère.....	15
image 1: Schéma représentant une tête d'anisoptère.....	15
Image 3 : Dessin extrait de 'clé de détermination des libellules de Belgique' par Christine Devillers et Serge Bertrand, édité par Jeunes et Nature asbl.....	16
Image 4 : Carte des zones étudiées dans A contribution to the study of Algerian Odonata (Samraoui et Menai,1999).....	27
Image 5 : Aile antérieure d' <i>Aeshna canadensis</i>	39

Liste des Tableaux :

TABLEAU I : CLASSEMENT DE L'ORDRE DES ODONATES.....	14
TABLEAU II : CLASSEMENT DES SOUS-ORDRES.	15
TABLEAU III :ESPÈCES PRÉSENTE EN ALGÉRIE. (LOUNACI, 2013)	24
TABLEAU IV : DIVERSITÉ ET ENDÉMISME DES FAMILLES DE LIBELLULES DU BASSIN MÉDITERRANÉEN (RAPPORT UICN)	25
TABLEAU V : PROTOCOLE DE SUIVI DES ODONATES	34
TABLEAU VI : AIRE DE PROSPECTION.....	43
TABLEAU VII : TABLEAU REPRÉSENTANT LES ESPÈCES IDENTIFIÉES	44
TABLEAU VIII: TABLEAU BINAIRE D'ABSENCE PRÉSENCE.....	45
TABLEAU IX: RÉSULTAT DE DISTRIBUTION DES CLASSES DU CAH.....	46

Introduction

Le nord algérien, de par sa topographie et son climat favorable permet le développement de zones humides riches en faune et flore, ainsi que de nombreux autres sites caractéristiques de par leur microclimats, tels que les ravins, les tourbières etc...

Dans cette richesse, se retrouve l'un des Ordre de la classe des Insectes, qui est celui des Odonates et dont la présence d'habitats humide est une condition de leur installation pour le développement larvaire. Leur cycle de vie, leur caractère bio-indicateur et leur abondance sont actuellement assez bien connu dans l'ensemble de l'aire de répartition de ces espèces.

Les Odonates, exceptionnelles sur de nombreux plans, ont fait l'objet de grands nombres de travaux, depuis l'époque de parution d'ouvrage tel que «Exploration Scientifique de l'Algerie» (Selys, 1871), certains spécialiste ce sont penchés sur le gigantesque travail que représente l'odonatofaune du pays, (Samraoui & Corbet, 2000) (Samraoui, 2009) (Boudot, 2010) , mais ces études, cantonnées en grande majorité à l'est, n'ont jamais été étendu à la Kabylie.

Le manque d'information et l'intérêt porté aux Odonates dans le monde scientifique a été le point de départ du travail accompli ici, afin d'apporter un complément d'informations sur cette ordre dans cette région.

En écologie, le concept d'habitat comprend l'ensemble des facteurs abiotiques (ex: température, chimie de l'eau etc.) et biotiques (ex: présence de prédateurs, nutriments etc.) qui permettent le développement des organismes.

Ces facteurs différents naturellement d'un écosystème à un autre, la ligne directrice prise en compte pour le travail était donc, de choisir un paramètre pouvant influencer sur l'ensemble des facteurs d'un milieu.

Chez les odonates, de par leur petite taille, ces facteurs peuvent être particulièrement hétérogènes sur des petites échelles spatiales comme par exemple à l'échelle d'une mare ou d'une forêt. (Dommanget, 2002), plus l'échelle est grande donc, plus l'hétérogénéité augmente.

La Détermination de la distribution dans ces espaces favorables est donc prédéterminant dans les études sur la structure des communautés d'espèces.

En effet, les capacités de dispersion de la plupart des espèces d'insectes demeurent encore largement méconnues. Nous avons cherchés à savoir si cette distribution d'Odonates sur les sites de l'étude a une relation avec certains facteurs, liés à l'altitude.

Et pour ce faire un ensemble de sites ont été retenus, à différentes altitudes, afin d'apporter la meilleure vision possible sur les dissimilarités entre eux. De là une campagne préalable d'inventaire fut indispensable, qui permit de collecter une base de données concrète, photographique en grande partie, et mettre en œuvre le travail d'observation, et d'identification. De ce travail d'inventaire, une série de tests ont été appliqués sur les résultats, qui nous permettent de mettre en relation, le postulat de départ, avec les données collectées, pour pouvoir en dégager un certain nombre de patrons réels de répartition des espèces.

Le travail a été donc réparti de cette manière :

- étude bibliographique sur les Odonates en général, puis en Algérie.
- collecte d'informations sur l'ensemble des sites repartis en fonction de leurs altitudes.
- Travail d'identification et d'inventaire.
- Travail sur les données collectées.

Chapitre 1 : Description de l'ordre des odonates

1-1) Origine de l'espèce

Odonata, est un ordre d'insectes comprenant les deux sous ordres zygoptères (demoiselles) et Eiprocta (communément appelé libellules. qui regroupe les Anisoptère + Anisopzygoptères], il est l'un des plus anciens groupe d'insectes ailés (environ 300 millions d'années). L'ordre des odonates est l'un des groupes les plus acrobatiques, avec quatre ailes capables de se déplacer indépendamment. (Ingley et al., 2012))

Les ancêtres des Odonates, les Méganisoptères, vivaient au Carbonifère, dans les forêts chaudes et humides de la Laurentie (continent qui, à cette période, s'étendait du Canada à l'Europe de l'Ouest). (D'Aguilar et al., 1985)

Ces libellules fossiles sont les plus grands insectes ailés connus, avec une envergure pouvant dépasser 70 centimètres (*Meganeuropsis permiana*). L'envergure de la plus grande libellule actuelle, l'anax empereur (*Anax imperator*), est de onze centimètres (Blais et al., 2014), ce groupe disparaît au Jurassique.

C'est au Permien, il y a plus de 110 millions d'années, qu'apparaissent, dans des régions froides du Gondwana, les formes les plus proches de nos libellules actuelles, les Permodonates. Ceux-ci regroupent alors trois grands groupes : les Permanisoptères, les Protozygoptères et les Protanisoptères. Ils disparaissent au Trias, il y a entre 70 et 65 millions d'années. Il y a 60 millions d'années se différencient trois grands groupes d'odonates, issus respectivement des trois grands groupes de Permodonates : les Anisoptères, les Zygoptères et les Anisozygoptères. Le groupe des Anisozygoptères ne comporte plus aujourd'hui que deux espèces, véritables fossiles vivants que l'on peut observer au Japon ou dans l'Himalaya. (Manolis, 2003)

Comptant actuellement près de 6 000 espèces, les Odonates peuplent toutes les zones tempérées ou tropicales du globe (Blais et al., 2014).

1-2) Systématique :

Les odonates (Odonata), ou odonoptères – plus communément appelés libellules, sont un ordre d'insectes à corps allongé, dotés de deux paires d'ailes membraneuses généralement transparentes

Traditionnellement l'ordre des Odonates est divisé en trois sous-ordres :

➤ **Zygoptères** Ou demoiselle dont les ailes antérieures et postérieures sont de taille et forme semblable. Elles sont généralement jointes au-dessus de l'abdomen lorsqu'elles sont au repos. Leur vol est léger et papillonnant.

L'attitude caractéristique des ailes permettent toujours de reconnaître aisément les représentants des deux sous-ordres d'Odonates. (Robert, 1963)

Ces insectes au corps fin et élancé possèdent une tête plus large que longue avec des yeux très séparés. Ils volent lentement ce qui ne les empêche pas d'être des prédateurs efficaces. Les Zygoptères comprennent quatre familles :

- » Les Platycnemididae, dont les tibias des pattes médianes et postérieures sont très élargis.
- » Les Coenagrionidae ou agrions, dont l'abdomen est souvent coloré en rouge ou en bleu clair.
- » Les Lestidae, capables de garder les ailes étalées au repos.
- » Les Calopterygidae ou grandes demoiselles, dont les ailes présentent des reflets métalliques.



Photo 1: *Lestes viridis*, crédit photo A. Moali (2013), Tibane.



Photo 2 : *Ishnura saharensis*, crédit photo I.B(2014), Thamda

➤ **Anisoptère** (ou libellules "vraies"), plus robustes, dont la taille des ailes antérieures et postérieures diffèrent. Leur vol est assuré et rapide.

Certaines espèces ne se posent jamais que le soir venu. D'autres passent de longs moments sur des perchoirs d'où ils s'envolent pour poursuivre une proie ou un partenaire sexuel potentiel.

Les anisoptères comportent un certain nombre de familles :

» Les Gomphidae aux yeux nettement séparés et l'abdomen dilaté à l'extrémité.

» Les Cordulegastriidae dont les yeux se touchent en un seul point.

» Les *Æschnidae* dont les yeux se touchent au-dessus de la tête sur une longueur plus ou moins grande.

» Les Corduliidae aux couleurs métalliques.

» Les Libellulidae se posant plus fréquemment que les autres et tenant souvent leurs ailes ramenées vers le bas. Les Libellulidae comportent un grand nombre de genres et d'espèces.



Photo 3: *Orthetrum nitidinerve*, crédit photo A. Moali(2014), Mézaïa.



Photo 4 : *Sympetrum fonscolombii*, Credit photo I.B(2014), Tibane.

➤ **Anisozygoptère** qui ne compte que deux espèces localisées en Asie (Himalaya et Japon), l'une d'elles, *epiophlebia superstes* Sélys, est une espèce remarquable par sa position intermédiaire entre les Anisoptères (par son corps) et les Zygoptères (par sa nervation alaire), sa larve de type Anisoptère vit sous les cailloux qu'elle quitte un mois avant son éclosion pour se réfugier à terre sous les pierres ou les feuilles mortes, l'adulte a un vol rapide et puissant, toutes ces caractéristiques font de cette espèce, un véritable fossile vivant. (D'Aguilar et al., 1985) .

Il existe différents classements taxonomiques de l'ordre des odonates;

➤ **Taxonomie classique :**

La classification traditionnelle des espèces est basée sur la présence ou l'absence de caractères biologiques, morphologiques, etc.

L'Ordre des Odonates fait partie du règne Animal tel que présenté dans le tableau ci-dessous :

Tableau I : Classement de l'Ordre des Odonates

<u>Classification</u>	
Règne	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Sous-embr.	Hexapoda
Classe	Insecta
Sous-classe	Pterygota
Ordre	Odonata

➤ **Taxonomie Phylogénique :**

La classification moderne ou phylogénétique (Henning, 1950) est un système qui prend en compte les caractères Héritables, certes, mais surtout les espèces fossiles en tenant compte des analogies morphologiques (Pilon, 2011), Ce dernier est plus précis quant à l'arbre des odonates, mais varie d'un auteur à un autre.

Comme cité plus haut, De l'ordre des odonates découlent les trois sous-ordres que sont les Zygoptères et les Anisoptères et les Anisozygoptères;

Les onze familles d'odonates classées dans les deux premiers sous ordres, sont illustrées dans le tableau suivant :

Tableau II : Classement des sous-ordres.

Classe : INSECTES
Ordre : ODONATES
Sous-ordre : Zygoptères
Famille : Calopterygidae
Famille : Coenagrionidae
Famille : Epallagidae
Famille : Lestidae
Famille : Platycnemididae
Sous-ordre : Anisoptères
Famille : Aeshnidae
Famille : Corduliidae
Famille : Cordulegastridae
Famille : Gomphidae
Famille : Libellulidae
Famille : Macromiidae

1-3) Morphologie

Comme celui des autres insectes le corps des Imagos (adultes) se divise en trois parties : tête, Thorax, Abdomen (D'Aguilar et al., 1985).

De nombreuses différences morphologiques existent entre les deux sous ordres d'odonates, les Zygoptères et les Anisoptères.

Les points suivant traitent de l'anatomie des Odonates de manière générale, et ne donnent pas les caractéristiques spécifiques des espèces appartenant à chacune des familles, les informations relatives aux codes et clefs permettant de les différencier seront traitées plus loin.

➤ Tête

Chez les Odonates, Zygoptères et Anisoptères, la tête est toujours plus large que le thorax. Les yeux sont distants chez les Zygoptères et chez les Anisoptères de la famille des Gomphidae. Chez tous les autres Anisoptères africains, les yeux sont rapprochés, En plus des yeux composés, les Odonates possèdent trois ocelles disposés en triangle sur le front. (Ndiaye, 2010)

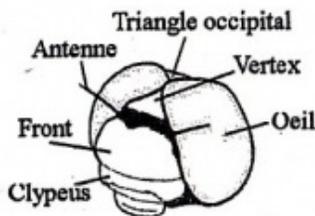


image 1: Schéma représentant une tête d'anisoptère

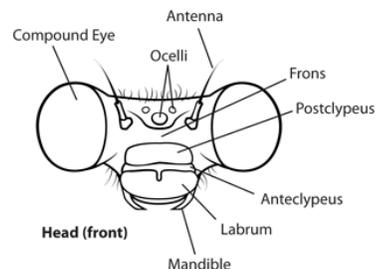


Image 2: Schéma représentant une tête de Zygoptère

➤ Thorax

A la place habituelle des trois parties (prothorax, mésothorax et métathorax) spécifiques aux insectes, le thorax des Odonates se subdivise en deux parties inégales : prothorax -premier segment situé à l'avant, un petit segment attaché à la tête et portant la première paire de pattes- suivie d'un volumineux synthorax résultant de la fusion du mésothorax et du métathorax, large, solide, qui abrite les muscles permettant de voler et porte les ailes ainsi que les deux paires restantes de pattes (Blais et al., 2014).

Le thorax porte trois paires de pattes et deux paires d'ailes. Les pattes, dirigées toutes vers l'avant, sont courtes et garnies d'épines. Les deux paires d'ailes sont de longueur égale, mais peuvent être de formes différentes. La nervation alaire est un critère discriminant important dans l'identification des espèces.

➤ Abdomen

L'abdomen des Odonates comprend 11 segments, mais le dernier est rudimentaire. Il est de section grossièrement cylindrique chez les Zygoptères ainsi que de nombreux Anisoptères. Les derniers segments peuvent être de plus grand diamètre (Corduliidae) ou présenter un développement d'expansions foliacées latérales (certains Gomphidae). Il est plus nettement composé de trois angles chez les Libellulidae. Il est d'une grande flexibilité, ce qui permet l'accouplement. La différenciation des sexes se fait plus nettement au niveau de l'abdomen.

En effet, les principales caractéristiques utiles pour l'identification sont les appendices sexuels, s'étendant à partir des segments terminaux, et les organes génitaux secondaires mâles. Ces dernières se trouvent sous le segment abdominal 2 (Manolis, 2003).



Photo 5 : *Anax imperator*, Credit photo F

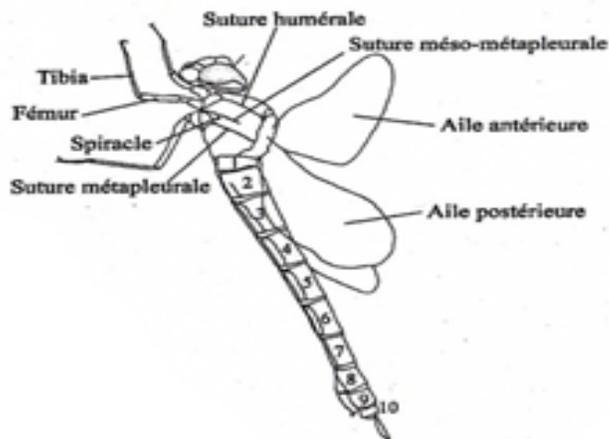


Image 3 : Dessin extrait de 'clé de détermination des libellules de Belgique' par Christine Devillers et Serge Bertrand, édité par Jeunes et Nature asbl

1-4) Cycle évolutif :

Après l'accouplement les femelles déposent les œufs soit en les insérant dans les plantes (généralement morte), soit en les lâchant dans l'eau.

Le développement des œufs peut être de deux types, ceux à l'éclosion rapide, de l'ordre de quelques jours à trois semaines et ceux à éclosion retardée qui survient alors plusieurs mois après la ponte (D'Aguilar et al., 1985).

1-4-1) Étape Larvaire :

Les Odonates ont un développement qui se fait avec une métamorphose incomplète (3 stades: œuf, larve et adulte). Les œufs sont de tailles relativement petites par rapport à la taille de l'adulte. Les espèces de petites tailles pondent environ quelques centaines d'œufs. Chez les espèces de grandes tailles, le nombre d'œufs par ponte peut se chiffrer en milliers. Les femelles des Zygoptères et des Aeshnidae (Anisoptères) possèdent un ovipositeur leur permettant de pondre dans les tissus des plantes aquatiques. Chez les autres Anisoptères qui ne possèdent pas d'ovipositeur, les œufs sont déposés directement dans l'eau (Ndiaye, 2010)

Une fois les œufs éclos, une pro larve ou larve de 1^{er} stade grandit à la suite de nombreuses mues dont le nombre diffère d'une espèce à l'autre, entre neuf et seize mues au cours desquelles la larve acquiert les caractéristiques définitives de l'adulte.

La durée du développement larvaire (Pro-larve -la larve de dernier stade-) varie de quelques mois à environ 5 ans.

L'identification est possible pour les larves de dernier stade, même si à ce niveau de l'évolution il est difficile de déterminer les espèces d'odonates, des analyses approfondies doivent être entreprises afin d'y parvenir.

Par ailleurs des études tendent à démontrer que la phylogénie pourrait ouvrir des possibilités dans le développement de clefs larvaires et ce via des méthodes moléculaires. (Pilon, 2011)



Photo 6 : Larves de libellule Photographie nature photo SFO PCV
Jean-Pierre Ring

1-4-2) Étape adulte :

La larve de dernier stade cesse de s'alimenter et sort de l'eau. Elle s'agrippe à une tige ou au sol pour sa métamorphose en insecte adulte appelé imago. L'imago s'extrait alors de l'exuvie (enveloppe de la larve) qui se déchire suivant une fente longitudinale (Fig. 8). L'exuvie reste solidement accrochée à la tige ou au sol. L'imago est tout d'abord mou et vulnérable. Une fois le corps durci et les ailes étendues, il peut prendre son envol. Le passage de la vie aquatique à la vie aérienne peut se faire en une vingtaine de minutes ou prendre quelques jours.

-Maturation :

L'Imago qui vient d'émerger est sexuellement immature. Il entreprend par la suite une période de maturation sexuelle variable selon les espèces. La maturité sexuelle est atteinte dans le cas général en 10-15 jours, mais peut durer beaucoup plus longtemps pour certaines espèces (D'Aguilar et al., 1985).

La pigmentation du corps et des ailes, ainsi que d'autres changements surviennent au cours de cette maturation, qui est influencée par la température. Il est à noter que certains cas de regroupement d'imagos immatures ont été observés, 30 à 150 individus s'abritant du vent, face au soleil tout le long de la journée (Boudot, 2010).

1-5) Accouplement :

Le comportement reproducteur des odonates est original du fait de leur conformation (D'Aguilar et al., 1985).

Le mâle saisit la femelle derrière la tête grâce aux crochets situés à l'extrémité de son abdomen. Les deux partenaires volent en tandem. Le sperme est transféré de l'orifice séminal, localisé au niveau du 8ème segment abdominal, vers un petit réservoir contigu aux organes copulateurs situés sous le 2ème segment abdominal. La femelle rapproche ensuite l'extrémité de son abdomen sous le 2ème segment abdominal du mâle pour recevoir le sperme. Les deux partenaires forment ainsi ce qu'on appelle un « cœur copulateur » (Mathieu, 2011).

Il arrive que les rapprochements sexuels s'accomplissent complètement dans les airs, mais, en général, une fois l'accrochage réalisé, le mâle se pose parmi les herbes (chez les Zygoptères) ou sur un arbuste et parfois même au sommet des arbres (chez les Anisoptères) (Robert, 1963).



Figure 7 : Accouplement d'*Orthetrum cancellatum*



Figure 8 : accouplement d'*Ischnura saharensis*. Crédit photo S.R

1-6) Régime alimentaire :

Essentiellement carnivore (D'Aguilar et al., 1985), la dimension des proies variant en fonction de la taille des prédateurs.

Les Odonates consomment entre 10 et 15% de leur poids chaque jour. Ce qui pourrait correspondre à environ 300 moustiques et autres petits insectes proies. Les larves sont carnassières et accessoirement cannibales. Elles chassent à l'affût et capturent les proies en se servant de leur « masque » (labium ou lèvre inférieure) muni de dents. Les plus jeunes mangent des animaux unicellulaires, puis, plus tard, elles attrapent de petits crustacés, des vers et des insectes aquatiques de toutes sortes. Les larves plus âgées se nourrissent d'Isopodes, d'Amphipodes, de têtards et de jeunes alevins. Largement opportunistes, elles adaptent leurs captures à la richesse du milieu (Deliry, 2013). On note une stratification de la prédation en fonction de la taille, des moyens de captures (forme du masque) et de l'accessibilité des proies (habitats).

Les adultes se nourrissent au vol de petits insectes (Diptères surtout). Les anisoptères de grande taille (Aeshnidae et Libellulidae) peuvent consommer des Zygoptères. Les adultes des espèces crépusculaires s'attaquent aux essaims de Culicidae (moustiques) (Ndiaye, 2010).

1-7) Rôle des Odonates dans la Biosphère :

Si d'une part, la libellule peut être placée dans le monde des prédateurs, d'autre part, on doit admettre qu'à son tour elle sert à l'alimentation d'une foule d'organismes. Elle n'est donc qu'un chaînon dans la trame alimentaire des êtres vivants. (Robert, 1963)

Les odonates représentent un élément important des écosystèmes aquatiques.

Que ce soit au stade larvaire ou adulte, la prédation des odonates joue un rôle non négligeable dans la régulation d'une partie de la faune des biotopes, elles participent également au maintien et au développement d'autres espèces animales en tant que proie. (D'Aguilar et al., 1985)

Les Odonates sont pour ce point, de bons indicateurs et leur présence est un indice sûr de la richesse faunique des eaux douces.

Les libellules sont des espèces qui passent la moitié de leur vie dans l'eau sous la forme de larves aquatiques et l'autre moitié dans les airs. Ces deux périodes de leurs vies sont très différentes, si la vie aérienne est très mobile et permet aux libellules de se déplacer facilement à la recherche de nourriture ou d'habitats, la vie aquatique est beaucoup plus sédentaire et les capacités de déplacement sont peu importantes. Cette dernière partie de leur vie est donc très sensible aux conditions du milieu, aussi les larves d'Odonates sont généralement très mal connues, pourtant elles peuvent s'avérer d'un grand intérêt dans des domaines aussi différents que la taxonomie, la phylogénie ou l'écologie (OPIE, 2010).

Durant leur étape adulte, les libellules sont sensibles à l'importance de l'ensoleillement et aux variations brutales du milieu, la modification de la qualité de la végétation ou plus généralement la perturbation de l'environnement peut éliminer les sites de reproduction des proies des odonates, ce qui conduit à l'extinction de nombreuses espèces (Fleck, 2004).

➤ Par exemple :

La modification du débit d'eau par la construction de barrages, canalisations, et la fragmentation et l'isolement des masses d'eau, peut interrompre le régime alimentaire naturel, et créer de fortes perturbations au sein des structures des populations etc... (D'Aguilar et al., 1985).

Dans une étude sur l'effet indirect de la construction de route, on nous démontre que la simple perte de végétation, peut modifier la composition des populations d'odonates, favorisant les anisoptères. La déforestation a donc un effet important sur cette composition, avec la disparition des espèces comme *Dicterias atosanguinea* et *C. scintillans* qui habitent l'intérieur des forêts en Amazonie. En outre, la composition des espèces semble être une meilleure mesure que la richesse en espèces en soi pour détecter les changements de l'environnement, la colonisation par des espèces généralistes peut masquer des changements réels. (Da Silva et al., 2013)

Chapitre 2 : État des connaissances sur les Odonates Algérienne

2-1) Historique bibliographique :

L'Algérie est un vaste pays doté d'une riche palette de zones humides, sa faune odonatologique est assez connue grâce aux publications de Samraoui et al. (1993, 1999, 2000) et Khelifa (2001).

De nombreuses investigations ont été entreprises pour appréhender l'odonatofaune algérienne (Selys, 1849, 1865, 1866, 1871, 1902 ; Kolbe, 1885 ; McLachlan, 1897 ; Martin, 1901 ; 1910 ; Morton, 1905 ; Le roi, 1915 ; Kimmins, 1934 ; Reymond, 1952 ; Nielsen, 1956 ; Dumont, 1978) (Khelifa et al., 2011)

Ces études ont certes permis d'apporter une base de connaissances fiables sur les odonates, mais d'un point de vue global seulement.

Ce n'est que ces vingt dernières années que les études odonatologiques réalisées sur le territoire algérien se sont concentré sur la région nord est du pays et plus particulièrement sur la Numidie. (Samraoui *et al.* 1998 ; Samraoui & Courbet, 2000 ; Samraoui, 2009)

«A contribution to the study of Algerian Odonata», étude étalée sur neuf ans et entreprise par (Boudjéma & Rachid, 1999), a permis la découverte de 53 espèces. Comprenant 10 autres espèces dont la découverte fut antérieure, le total s'est élevé à 63 espèces pour le pays.

Cette étude a aussi clarifié le statut de ces espèces supplémentaires et a fourni des informations sur la répartition et l'état actuel de toutes les espèces enregistrées.

2-2) Espèces présentes en Algérie :

Plus récemment encore, les études ont porté le nombre d'espèces découvertes en Algérie à 68 espèces d'Odonates inventoriées :

Les Libellulidae et les Coenagrionidae constituent la part la plus importante de ce peuplement. Ils comptent respectivement 23 et 18 espèces, suivent les Aeshnidae (8 espèces), les Gomphidae (6), les Lestidae (6), les Calopterygidae (4) et les Platycnemididae, Cordulegastridae, Corduliidae avec une espèce chacune.

Le tableau suivant contient l'ensemble de ces espèces, regroupées par sous-ordres (Zygoptères et Anisoptères) et par familles :

Tableau III :Espèces présente en Algérie. (Lounaci, 2013)

Phylum: ARTHROPODA	<i>Aeshna mixta</i> Latreille 1805
Sous Phylum: HEXAPODA	<i>Anax imperator</i> Leach 1815
Classe: INSECTA	<i>Aeshnea isoceles</i> (Müller 1767)
Ordre : ODONATA	<i>Anax Parthénope</i> (Selys 1839)
Sous-ordre : ZYGOPTERA	<i>Hemianax ephippiger</i> (Burmeister 1839)
Calopterygidae	<i>Boyeria irene</i> (Fonscolombe 1838)
<i>Calopteryx exul</i> Selys 1853	Cordulegastridae
<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i> (Vander Linden 1825)	<i>Cordulegaster boltonii algerica</i> Morton 1915
<i>Calopteryx splendens</i> (Harris 1782)	Corduliidae
<i>Calopteryx virgo meridionalis</i> (Linnaeus 1758)	<i>Cordulia aenea</i> (Linnaeus 1758)
Coenagrionidae	Gomphidae
<i>Ceriagrion tenellum</i> (Villers 1789)	<i>Gomphus lucasii</i> (Selys 1849)
<i>Coenagrion caerulescens</i> (Fonscolombe 1838)	<i>Gomphus simillimus</i> Lieftinck 1966
<i>Coenagrion mercuriale</i> (Charpentier 1840)	<i>Lindenia tetraphylla</i> (Vander Linden 1825)
<i>Coenagrion puella kocheri</i> (Schmidt 1960)	<i>Onychogomphus costae</i> (Selys 1885)
<i>Coenagrion scitulum</i> (Rambur 1842)	<i>Onychogomphus forcipatus</i> (Vander Linden 1823)
<i>Enallagma cyathigerum</i> (Charpentier 1840)	<i>Onychogomphus uncatus</i> (Charpentier 1840)
<i>Enallagma deserti</i> (Selys 1871)	Libellulidae
<i>Erythromma lindenii</i> (Selys 1840)	<i>Acisoma panorpoides</i>
<i>Erythromma najas</i> (Hansemann 1823)	<i>Acisoma panorpoides ascalaphoides</i>
<i>Erythromma viridulum</i> (Charpentier 1840)	<i>Brachythemis leucosticta</i> (Burmeister 1839)
<i>Ischnura fountaineae</i> Morton 1905	<i>Crocothemis erythraea</i> (Brullé 1832)
<i>Ischnura graellsii</i> (Rambur 1842)	<i>Diplacodes lefebvreii</i> (Rambur 1842)
<i>Ischnura pumilio</i> (Charpentier 1825)	<i>Orthetrum brunneum</i> (Fonscolombe 1837)
<i>Ischnura saharensis</i> Aguessé 1958	<i>Orthetrum cancellatum</i> (Linnaeus 1758)
<i>Ischnura senegalensis</i> (Rambur 1842)	<i>Orthetrum chrysostigma</i> (Burmeister 1839)
<i>Platynemesis subdilata</i> Selys 1849	<i>Orthetrum coerulescens anceps</i> (Schneider 1845)
<i>Pseudagrion hamoni</i>	<i>Orthetrum nitidinerve</i> (Selys 1841)
<i>Pseudagrion sublacteum</i> (Karsch 1893)	<i>Orthetrum sabina</i> (Drury 1773)
Lestidae	<i>Pantala flavescens</i> (Fabricius 1798)
<i>Chalcolestes viridis</i> (Vander Linden 1825)	<i>Rhyothemis semihyalina</i>
<i>Lestes barbarus</i> (Fabricius 1798)	<i>Selysiothemis nigra</i> (Vander Linden 1825)
<i>Lestes numidicus</i> Samraoui, Weekers & Dumont 2000	<i>Sympetrum depressiusculum</i> (Selys 1841)
<i>Lestes sponsa</i> (Hansemann 1823)	<i>Sympetrum fonscolombii</i> (Selys 1840)
<i>Lestes virens</i> (Charpentier 1825)	<i>Sympetrum meridionale</i> (Selys 1841)
<i>Sympetma fusca</i> (Vander Linden 1820)	<i>Sympetrum striolatum</i> (Charpentier 1840)
Platynemididae	<i>Trithemis annulata</i> (Palisot de Beauvois 1805)
<i>Platynemesis subdilata</i> Selys 1849	<i>Trithemis arteriosa</i> (Burmeister 1839)
Sous-ordre: ANISOPTERA	<i>Trithemis kirbyi</i> Selys 1891
Aeshnidae	<i>Urothemis edwardsii</i> Dumont, 1975
<i>Aeshna affinis</i> (Vander Linden 1820)	<i>Zygonyx torridus</i> (Kirby 1889)
<i>Aeshna cyanea</i> (Muller 1764)	

Une synthèse de l'ensemble des données collectées au fil du temps a été publiée dans le rapport de l'union internationale pour la conservation de la nature (UICN) élaboré par (Riservato et al., 2009), le travail réalisé dans ce rapport a pour but de faire ressortir le statut de conservation, mais aussi la répartition géographique des odonates le long du bassin méditerranéen.

Plus globalement, le tableau suivant indique l'ensemble des espèces présentes dans le bassin, ainsi que le nombre d'espèces endémiques pour chaque famille d'Odonates.

Tableau IV : Diversité et endémisme des familles de libellules du bassin méditerranéen (rapport UICN)

Ordre	Sous-ordre	Famille	Nombre d'espèces	Nombre d'espèces endémiques	
Odonates	Zygoptera (demoiselles)	Calopterygidae	7 (4 %)	3(43 %)	
		Epallagidae	1(1 %)	0(0 %)	
		Lestidae	10(6 %)	1(10 %)	
		Coenagrionidae	35(21 %)	8(23 %)	
		Platycnemididae	8(5 %)	3(38 %)	
		Sous-total des Zygoptera	61(37 %)	15(25 %)	
	Anisoptera (libellules)	Aeshnidae	16(10 %)	1(6 %)	
		Gomphidae	21(13 %)	3(14 %)	
		Cordulegastridae	8(5 %)	3(38 %)	
		Corduliidae	9(5 %)	1(11 %)	
		Macromiidae	2(1 %)	0(0 %)	
		Libellulidae	48(29 %)	0(0 %)	
		Sous-total des Anisoptera	104(63 %)	8(8 %)	
	Total			165(100 %)	23(14 %)

Notes : En comparant les deux tableaux, on découvre que seulement 40 pour cent des espèces répertoriées en méditerranée se retrouvent en Algérie.

L'image suivante représente les zones où les taxons d'Odonates ont été recensés (Samraoui & Menai, 1999) dans le cadre d'études approfondies.

La Kabylie et notamment la région de Bejaïa est absente de cet inventaire

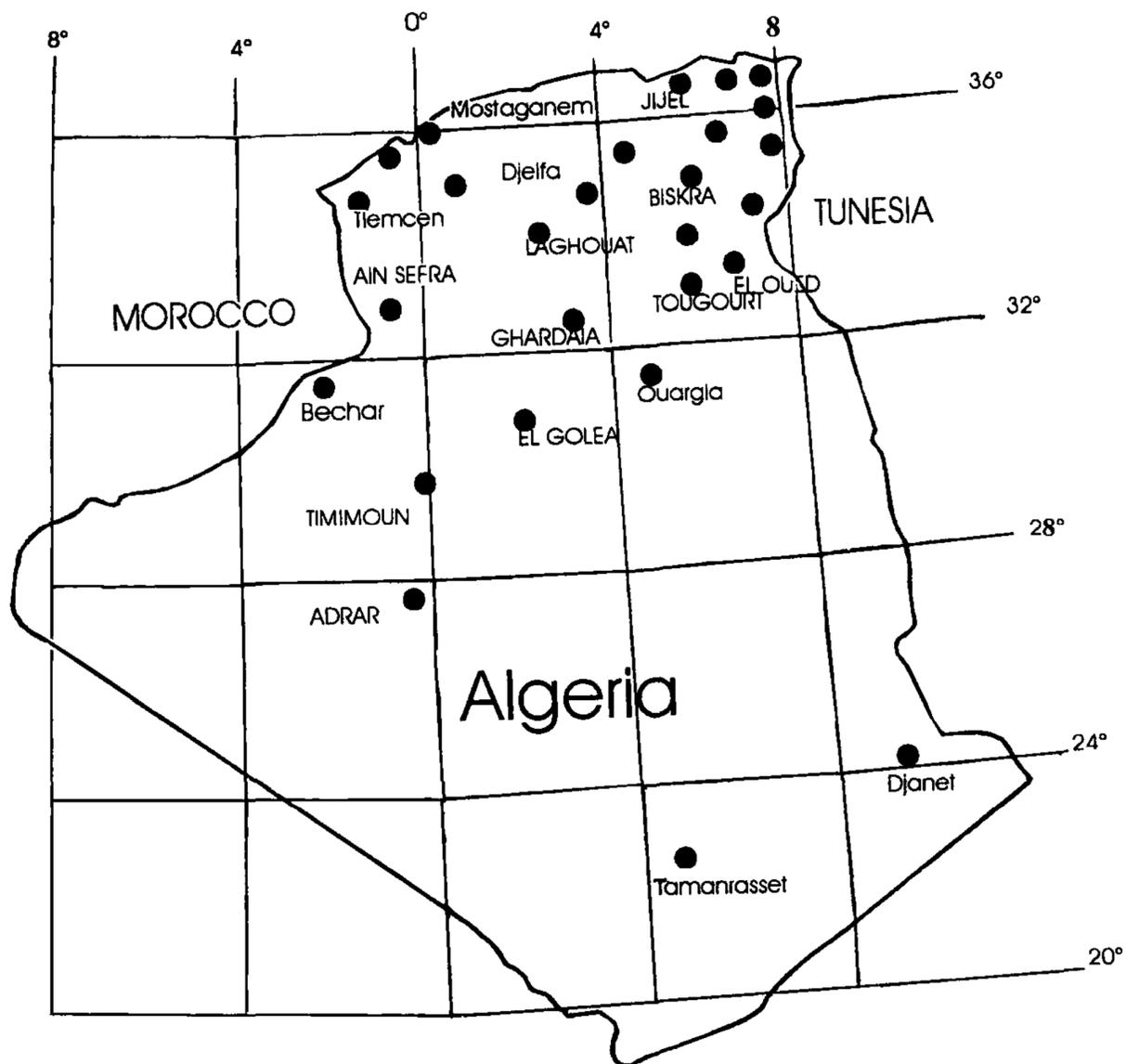


Image 4 : Carte des zones étudiées dans A CONTRIBUTION TO THE STUDY OF ALGERIAN ODONATA (Samraoui et Menai, 1999)

2-3) Espèces endémiques et menacées :

L'UICN a mis en place une liste rouge des espèces à protéger dans le bassin méditerranéen parmi les 165 espèces de libellules méditerranéennes :

19 % sont Menacées, 3 % sont en danger critique d'extinction, 8 % En danger et 8 % Vulnérables.

En ce qui concerne l'Algérie, il a été établi que Les espèces endémiques à la région sont *Gomphus lucasii*, *Calopteryx exul*, *Lestes numidicus*, *Enallagma deserti* et *Platycnemis subdilatata*. Parmi ces espèces, seule *Gomphus lucasii* est classé comme vulnérable, le *Calopteryx exul* quant à lui est classé en tant qu'espèce en danger.

La majorité de ces espèces colonise les eaux vives des cours d'eau inférieurs de montagne (Riservato et al., 2009).

D'autres espèces dites, emblématiques et patrimoniales parcourent les régions d'Algérie, *Pseudagrion sublacteum*, *Enallagma cyathigerum*, *Ischnura saharensis*, *Gomphus simillimus*) sont des taxons à aire de distribution réduite ou aire de distribution disjointe. (Lounaci, 2013)

➤ Les nombreuses études menées, au niveau local (Corbet., n.d.), National (Boudjéma & Rachid, 1999), et international (Riservato et al., 2009) ont permis l'acquisition de données primordiales sur la distribution et l'écologie des espèces d'Odonates sur le territoire Algérien.

La découverte de nouvelles espèces considérées comme non répertoriées, telles que *Selysiotemis nigra* (Moali & Durand, 2014) à Mézaïa (Bejaïa) démontre que la région est sous-évaluée.

Les données ne demandant qu'à être complétées afin de constituer un inventaire clair sur l'ensemble de l'Algérie, il était donc important de débiter un travail dans ce sens.

Chapitre3 : Présentation de la zone d'étude

3-1) Localisation de la région :

La wilaya de Bejaïa est une wilaya algérienne, située au nord du pays, dans la région de la Kabylie sur sa côte méditerranéenne. Elle est divisée administrativement en 52 communes et 19 daïras. Elle s'étend sur une superficie de 3 268 km².

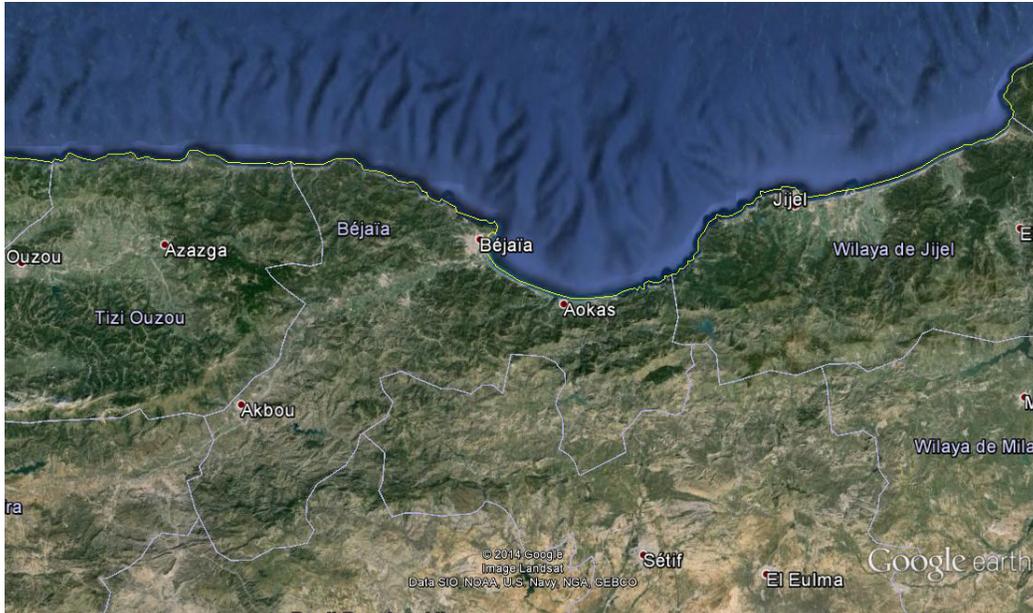


Photo 9: Image satellite de Bejaïa (Google earth)

3-2) Climatologie :

En Algérie, le climat se distingue par une influence marine au nord et par une tendance continentale subdésertique provenant du sud. Les vents prédominants sont de direction nord et nord-est (Haouchine, 2011).

La wilaya de Bejaïa se situant au nord de l'Afrique et en méditerranée occidentale, se retrouve sous l'influence du climat méditerranéen. Celui-ci est caractérisé par la sécheresse de la saison estivale et des pluies annuelles allant jusqu'à 200 mm et un hiver doux (Menaï & Samraoui, 1999).

3-3) Description des sites étudiés :

Cinq sites ont été choisis pour effectuer le travail, répartis sur l'ensemble de la région de Bejaïa d'est en ouest, les altitudes de ces sites varient entre zéro et 1066m, une distance de 40km sépare les deux sites les plus éloignés l'un de l'autre.

3-3-1) Lac Mézaïa :

Situé au point 36°45'00'' N, 5°03'09'' W

Le site du lac Mézaïa, était à l'origine un gisement d'argile qui alimentait jusqu'aux années 50 la briqueterie " Brandy ".

D'une superficie de 2.5 ha, le lac est recensé comme étant une des cinq zones humides en milieu urbain dans le monde.



Photo 10 : Photo du lac Mézaïa, crédit photo Moali. A



Photo 11: Image Google Earth, échelle: 1/6000

➤ La flore est constituée principalement d'une profusion de roseaux et de joncs ; il est aussi bordé de peupliers, de saules et de tamarix, y compris des algues variées.

Le lac est entouré d'une ceinture de végétation hydrophile composée pour les recouvrements dominants d'*Arundo donax*, d'hélophytes comme *Typha angustifolia* L. ou *Phragmites communis* (Cav.) Trin. Ex Steud. De manière plus localisée, des scirpaies à *Scirpus holoschoenus* L. se développent en association avec *Cyperus papyrus* L., *Alisma plantago-aquatica* L. et *Equisetum ramosissimum* Desf. La strate arborescente est composée de *Fraxinus angustifolia* Vahl, *Populus nigra* (Plantierensis Gp), *Populus alba* L., *Tamarix africana* Poir.,

La strate herbacée est essentiellement composée d'espèces communes comme *Scabiosa atropurpurea* var. *atropurpurea*, *Lactuca virosa* L., *Solanum nigrum* L., *Conyza canadensis* L., *Helminthotheca echioides* (L.) Holub, *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Oryzopsis miliacea* (L.) Röser & Hamasha, *Mentha suaveolens* Ehrh. (Moali & Durand, 2014)

3-3-2) Tabelaht :

Les coordonnées géographiques sont 36° 43' pour la latitude Nord, 5.04' pour la longitude Est, 1 m pour l'altitude. Elle appartient au bassin versant de la Soummam.

La lagune Tabelaht est située à 3 km de la ville de Bejaïa, à environ 80 m de la mer Méditerranée, à exposition nord-est, elle occupe une superficie d'environ 20 ha pendant la période hivernale qui diminue jusqu'à 6 ha pendant la période sèche avec une profondeur variant de 0,5 à 5 m.

La lagune est une zone humide de grande importance vue sa richesse en espèces animales et végétales. La végétation terrestre du site est constituée d'une strate arborescente dominée par les Tamaricacées et les Palmacées et une strate herbacée constituée de Graminées. (Zebboudj et al., 2013)

La zone d'étude, subit un climat de type méditerranéen, subhumide à hiver chaud.



Photo 12: Image Google earth Échelle 1/12400

3-3-3) Thamda :

36°41 N et 5°06 W, l'altitude est de 44 mètres.

Cette petite étendue d'eau située dans la commune de Boukhelifa à l'est du chef-lieu de la wilaya de Bejaïa.

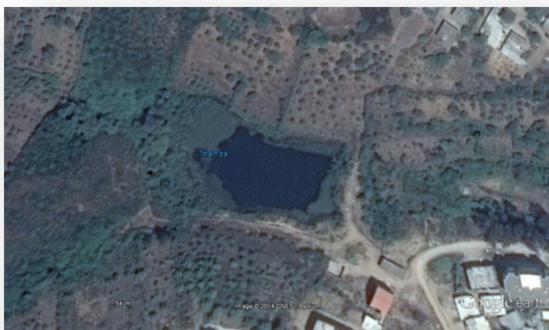


Photo 13 : image Google earth échelle 1/54000



Photo 14: Thamda. Crédit photo Raad.F

3-3-4) Retenue collinaire d'el-kseur :

Située au point 36°41 Nord, 4°54 Ouest à une altitude de 46 mètre au-dessus de la mer, et à 5Km du village d'el-kseur Cette retenue artificielle est riche en faune et flore : Jonc commun (*Scirpus holoschoenus*), d'héliophyte ainsi qu'une strate arborescente riche, elle est aussi entourée de champs de blés.



Photo 15: Image Google earth échelle 1/9000



Photo 16: retenue collinaire, Crédit photo Raad.F

3-3-5) Lac Tibane :

Situé au point 36°37 nord, et 4°38 ouest.

Le point d'eau le plus haut de la zone étudié, ce lac culmine à 1066 mètres de haut Agoulmime Ykher, en kabyle, ou encore le lac du bélier, abrite quelques infrastructures qui entourent le site et des projets d'ensemencement d'alevins de poissons nettoyeurs ont vu le jour récemment afin de maintenir le site en bonne santé. La densité végétale n'est pas aussi marquée que sur les autres sites, la strate arborescente est inexistante.



Photo 17 :Lac Tibane. Photo crédit Raad F.



Photo 18 :Google earth. Échelle 1/56000

Chapitre 4 : Matériels et Méthode

4-1) Méthodologie de terrain :

Trois sources sont possibles pour l'acquisition des données :

- les observations de terrain.
- les données publiées dans la littérature.
- les informations provenant des collections publiques ou privées, régionales ou nationales.

Les trois méthodologies ont été engagées afin de respecter au mieux, les règles s'imposant au travail d'inventaire, et de recensement dans le cadre de recherches sur la biodiversité. Pour mener à bien le travail entrepris pour cette étude, et dans la limite du temps imposé (période allant d'avril à mai pour les observations), mais aussi afin de parfaire la reconnaissance des espèces, ainsi que leur autochtonie par rapport à la zone d'occurrence.

4-1-1) archives antérieures :

En raison du travail à accomplir et afin de pallier au manque d'informations récoltées sur certaines zones, des photos d'archives ont été choisies, en prenant en compte la qualité de l'image et de la possibilité d'identification des individus sur celles-ci,

Les photos englobent les sites les plus représentatifs de l'étude, à savoir le lac de Tibane et celui de Mézaïa, pour ce qui est de la période, elles ont été prises entre Mai 2012 et septembre 2013, soit des archives photographiques, datées localisées, couvrant le terrain de recherche sur plus d'une année et a des périodes diverses.

Ceci nous permet d'utiliser ces images, comme autant d'échantillons ayant été collectés sur le terrain durant la période de travail, ces photos ont également permis de servir de matières premières, durant les premiers jours d'identification.

De nombreuses photos n'ont pas été considérées, n'ayant pas été prises sur les sites de notre étude, elles servent donc de témoin d'autres sites, dans les localités de Tifra et Tikjda.

4-1-2) Observation de terrain :

a) Reconnaissance des espèces :

Pour les personnes peu familiarisées avec les Odonates, l'identification des imagos est souvent délicate et nécessite, dans la grande majorité des cas, un prélèvement, au moins temporaire sur le terrain, permettant ainsi d'examiner les critères spécifiques. Pour certaines espèces ou certains groupes, le prélèvement définitif s'impose de par la nécessité d'examiner certains caractères diagnostiques fins.

Pour ce travail, une majorité d'espèces a pu être identifiée sans capture, mais quelques taxons présentant des variations intra spécifiques importantes, ainsi que les femelles, restaient difficiles à reconnaître et ont donc obligé une capture afin de passer à un examen minutieux des caractères morphologiques (appendices anaux, pièces copulatrices, face supérieure du prothorax, etc..

➤ Une espèce s'identifie à 100% et non pas à 85 ou à 90 % ce qui voudrait alors dire que l'on a forcément un doute. Dans ce cas, la donnée en question (une espèce, un lieu précis, une date, un observateur) ne doit pas être transmise dans le cadre d'une étude ou d'un inventaire. Des prospections particulières doivent être menées ensuite pour tenter de préciser de manière rigoureuse le nom de l'espèce en question. Ce point a été suivi rigoureusement, afin de ne pas altérer les informations véridiques, récoltées.

b) Calendrier d'intervention

Pour les sites de plaines : 4 campagnes sont en majorité suivies, les dates indicatives sont : début mai - juin - juillet – septembre, à caler sur la phénologie des espèces. (Mathieu, 2011)

Tableau V : Protocole de suivi des Odonates

Grands types d'habitats	Types d'études et nombre de relevés par an			Période (mois)	Conditions favorables (Horaires/climatologie)
	Inventaire	Etude	Suivi		
Etats					
Durée minimale	1 à 3 ans	3 ans et plus	annuel		Années consécutives
Habitats lenticques					Habitat larvaire
Imagos	6	10 à 12	1 à 2	Mai-octobre	10 h 30 – 15 h 30 Temps ensoleillé, vent faible, températures : > 18°C & < 30°C sous abri
Exuvies	2 ou 3	6	1 à 2	Mai-août	8 h 30 – 12 h - Temps non pluvieux, vent faible.
Emergences					
Larves	0 ou 1	0 à 4	0	Janvier-décembre	le matin de préférence afin de permettre rapidement la mise en élevage

En raison de la période des premiers vols d'imagos et afin de respecter les réglementations liées à l'observation de ces derniers, le travail accompli a été organisé de manière à pouvoir obtenir les meilleurs résultats possibles.

4-2) Équipement utilisé sur le terrain

4-2-1) La photographie

La photographie constitue une technique complémentaire indispensable, pour fixer les couleurs et les comportements ou attitudes,

Un appareil photo numérique, adapté à la prise de vue rapprochée, bien sûr pour obtenir des images des habitats aquatiques et de leur environnement, des espèces in situ, mais aussi pour conserver une preuve de la présence de telle ou telle espèce particulière, afin d'en assurer l'éventuelle validation si un doute existe sur son identification. Éviter les captures préalables et « traitements » variés de l'individu pour le maintenir immobile lors de la prise de vue. Les documents issus de telles méthodes ne reflètent souvent pas un comportement ou une posture naturelle de l'animal.

➤ La macro photographie

Les Odonates constituent un sujet de choix, certes, non dénué de difficultés en raison de la puissance de vol de ces insectes et de leurs comportements particulièrement farouche à l'approche du photographe (et de tout autre individu). La reconnaissance in situ de nombreuses espèces ou celle des spécimens photographiés permet ainsi l'utilisation des informations réunies pourvu que les conditions d'observation soient dûment renseignées (lieux, dates, etc.). (Dommanget, 2002)



Photo19: Zygoptère, crédit photo Boutégrabet I (2014), Tamelaht.

4-2-2) Le filet entomologique :

Se présente sous des formes assez variées selon les fournisseurs. Il se compose par exemple d'un manche télescopique, ou bien démontable en plusieurs parties, ou bien encore fixe de un mètre à deux mètres environ, à l'extrémité duquel se fixe un cercle métallique de 30 à 50 cm de diamètre pourvu d'une poche en nylon, en polyester ou en gaze plus ou moins longue et de couleurs variées (blanche, verte, noire...). La partie de la poche s'insérant dans le cercle doit être renforcée afin d'éviter l'usure prématurée de cette dernière, qui est due au fauchage de la partie supérieure de la végétation. De même, la poche doit être translucide afin de permettre la localisation de l'insecte. Enfin, elle doit être suffisamment profonde pour permettre de bloquer l'insecte dans le fond de la poche en tournant d'un quart de tour le manche immédiatement après la capture évitant ainsi sa fuite.

4-2-3) Guide d'identification :

S'avère absolument nécessaire, même si, avec l'expérience, la reconnaissance des espèces devient de plus en plus facile. Il est important d'avoir en main un guide aussi complet que possible englobant un territoire plus vaste que celui que l'on étudie. En effet, la faune odonatologique n'est pas forcément aussi stable dans le temps et dans l'espace qu'on pourrait le croire. L'immigration de nouvelles espèces (pas forcément prises en compte dans les guides naturalistes) réclame une grande vigilance lors des identifications et, dans certains cas, nécessitent la comparaison avec des spécimens de référence.

Dans le cas présent, le guide de (D'Aguilar et al., 1985) «les libellules d'Afrique et d'Europe du nord» a été utilisé tout le long de l'étude.

4-2-4) Le carnet de terrain :

Un carnet de note ainsi qu'une tablette tactile, ont servi à indiquer toutes les informations relatives à l'observation (nom de l'observateur, lieux précis, date, nom de l'espèce, comportement, effectifs, etc.). Ils ont constitué, avec le guide d'identification l'équipement de base.

4-3) Étude des habitats

N'ayant pas eu la possibilité d'effectuer un inventaire aussi complet que possible, l'étude précise sur les habitats choisis en fonction de l'altitude de chacun vise à déterminer les patrons de distribution des espèces d'Odonates.

Le protocole d'étude utilisé a permis d'obtenir le maximum d'informations dans la durée impartie de l'étude pour appréhender la spécificité odonatologique de l'habitat, et ce compte tenu des difficultés d'échantillonnage de ce groupe (climatologiques notamment).

4-3-1) observation des adultes :

Il s'agit de la méthode d'observation des libellules la plus répandue en raison de l'existence d'ouvrages d'identification, du faible nombre d'espèces et de la taille importante de ces insectes qui facilitent leur identification. (Tanguy & Gourdain, 2011)

➤ Choix des paramètres à collecter

Pour les imagos, le relevé a consisté à noter :

- l'espèce observée ;
- la présence d'individus isolés ou multiples ;
- la présence de mâles et de femelles ;
- le comportement reproducteur le plus significatif : émergence, accouplement, ponte, etc...

L'Avantage du choix d'observation des Imagos :

Ils sont généralement identifiables sur le terrain, la reconnaissance peut être pratiquée in situ sans captures définitives dans la grande majorité des cas et ne nécessite pas la réalisation d'une collection de références, elle réclame peu de moyens financiers et matériels.

Les Inconvénients :

Cela n'apporte pas toujours la preuve du caractère autochtone de l'espèce dans l'habitat notamment pour les Anisoptères très mobiles.

N'apporte qu'une information simple, pas forcément représentative du spectre odonatologique de l'habitat (aspect qualitatif) et n'est pas pertinent pour obtenir une estimation de la productivité odonatologique de l'habitat de développement larvaire (aspect quantitatif)

Pour diverses raisons, certaines espèces passent inaperçues lors des contrôles, Les résultats des relevés sont liés fortement aux conditions climatiques locales du moment.

Certains groupes, de reconnaissance délicate, réclament une attention particulière ou une identification à l'échelle de la population.

- En fonction des compétences acquises, l'identification doit toujours être menée en fonction des recommandations des auteurs des guides utilisés et nécessite de suivre quelques principes simples, tel que l'utilisation des clés permettant d'utiliser au mieux et en fonction de l'espèce les meilleures clés.

4-3-2) Clés d'identification :

Le travail a réclamé un apprentissage préalable et personnel durant lequel il a fallu la capture temporaire et l'observation minutieuse des spécimens. L'utilisation des clés illustrées dans des guides fut indispensable.

Parmi ces clés, l'on retrouve les appendices anaux, les appendices sexuels, mais aussi les ailes, très importantes dans la classification des espèces :

Les grandes ailes nervurées de beaucoup de libellules portent de nombreuses fonctionnalités distinctives. La terminologie développée pour la nervation des ailes est complexe. Les Principales caractéristiques avec lesquelles il faut se familiariser sont :

Le triangle anal, l'angle anal, la nervure longitudinale (costale), le nodus, le radiale et le secteur radial ainsi que le pterostigma.

Le pterostigma est une cellule de l'aile épaissie souvent d'une couleur distincte le long du bord de l'aile près de la pointe, il sert apparemment de fonction aérodynamique et, chez certaines espèces, également d'élément visuel ou encore de signalisation.

La figure ci-dessous reprend les différentes nominations des nervures :

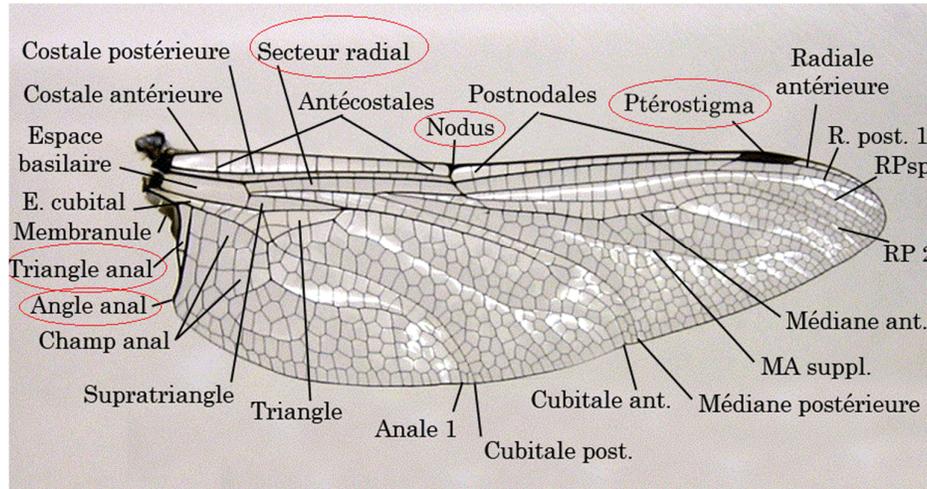


Image 5: aile antérieure d'*Aeshna canadensis*.

La reconnaissance des mâles/femelles se fait notamment à partir des appendices annaux qui, comme cité plus haut, sont tout autant importants dans le processus d'identification, ainsi la longueur la couleur et la forme des appendices sont de bons indicateurs, Pour ce qui est de certaines familles, tel que les Coenagrionidae, vaste et contenant de nombreux genres, espèces et sous espèces, les critères d'identification sont le plus souvent au niveau des taches sur l'abdomen et/ou des différences légères sur le prothorax. En dehors de l'identification de certaines des espèces à vue ou après capture. Il a fallu être très prudent dans les identifications et n'ont été retenues que celles dont la certitude était absolue.

4-3-3) Surfaces d'observation :

Le choix de la surface d'observation a été fait en fonction de la configuration du site et des conditions de déplacement.

Si Les anisoptères sont facilement repérables de loin pour des prises photographiques, dans certains cas il a fallu une capture pour l'identification, la recherche du territoire de l'Odonate repéré se fit donc, après observation de ses déplacements.

Quant aux Zygoptères, leurs repérages étant plus difficile, ce fut avec une recherche minutieuse dans la végétation, suivant ces critères :

- le long de la surface d'eau avec observation de gauche à droite et capture au filet.
- Déplacements vers l'extérieur, autour de la surface d'eau en direction des zones à concentration végétale.

➤ Conditions de réalisation des observations

Pour les transects, les observations se sont effectuées à marche lente. Au cours de la première visite, une durée de référence fut mesurée et resta constante pour les visites ultérieures afin de conserver la même pression d'observation



Photo 21 : Retenue collinaire d'El-kseur

Sur les 5 sites échantillonnés dont les aires sont réparties telle que dans le tableau suivant, les relevés ont été effectués du 30 avril au 10 mai 2014. Chaque station a été échantillonnée au moins 4 fois.

4-4) Logiciels utilisés pour le traitement des données :

4-4-1) Xlstat :

XLSTAT est un logiciel de statistiques et d'analyse de données développé depuis 1993 qui vient renforcer les capacités analytiques de Microsoft Excel. C'est un outil statistique modulaire et évolutif basé autour d'un logiciel principal : XLSTAT-Pro. Le fonctionnement de XLSTAT s'appuie sur Microsoft Excel pour la saisie des données et la publication des résultats. Les calculs sont quant à eux entièrement réalisés dans des programmes autonomes (développés en C++). La qualité des calculs est identique à celle de logiciels scientifiques classiques.

a) Tests statistiques :

- Classification hiérarchique ascendante :

Afin de comparer les secteurs de prospection entre eux, un dendrogramme a été réalisé, grâce au logiciel Xlstat, jumelé avec Microsoft Excel, Cette figure peut représenter la similarité des secteurs de prospection en fonction de leur richesse spécifique, le principe est simple, plus le niveau de dissimilarité est grand, plus les variables étudiées sont différentes. Cette classification va se baser sur les principes de la « classification hiérarchique ascendante » (CHA)

4-4-2) Présentation du logiciel DIVA-GIS :

DIVA -GIS est un logiciel gratuit de cartographie et d'analyse de données spatiales. Il est particulièrement utile pour l'analyse de la distribution des organismes sur un plan géographique ainsi que les modèles écologiques.

DIVA -GIS utilise des vecteurs (point, ligne, polygone) et de l'image et les données de la grille types. Il peut aider à améliorer la qualité des données en trouvant les coordonnées des localités en utilisant des nomenclatures , et en vérifiant ses coordonnées existantes en utilisant des superpositions (spatiales), en passant par des sites afin de collecter des bases de données sur les délimitations (frontières) administratives . Des cartes de distribution peuvent alors être conçues.

Les Fonctions analytiques dans DIVA -GIS comprennent la cartographie de la richesse et de la diversité, mais aussi la cartographie de la répartition de paramètres spécifiques.

Dans ce cas précis, les données climatiques, ainsi que le paramètre d'altitude ont été intégrés dans le logiciel, afin d'extraire les paramètres important à notre études pour chaque zones d'occurrences ont été intégrés

a) Données climatiques :

Ce fichier téléchargé depuis la base de données du site <http://www.worldclim.org> recense les températures maximales et minimales, les précipitations et en déduit ainsi les 19 variables bioclimatiques que nous retrouvons dans le tableau «4» qui nous serviront pour notre modèle de distribution, ces variables sont les chiffres enregistrés entre 1950 et 2000, selon une moyenne mensuelle et à une résolution de 1Km.

- Observation des variables climatiques :

Une fois le fichier «CLIM» installé et prêt à l'utilisation sur le logiciel DIVA-GIS, nous avons regroupé les 5 localisations géographiques correspondant à notre zone d'étude, l'extraction des donnés climatiques, température maximale, température minimale, précipitation, s'est faite pour chaque site.

Chacune de ses variables a été utilisé en créant un tableau (sites(x)/ variables(y)), qui ont ensuite été projetées graphiquement à l'aide du logiciel Excel, afin de pouvoir en analyser d'éventuels résultats significatifs.

Chapitre 5 : Résultats et discussions

5-1) Échantillonnage et identification :

Les aires ont été calculées à l'aide de projection de polygone sur le logiciel Google earth, et sont données en hectare, afin de mieux visualiser les différences entre les surfaces étudiées.

Tableau VI : aire de prospection

Sites	Tamelaht	Mézaïa	Thamda	El-kseur	Tibane
Surface(h)	1,6	3,2	0,2	0,70	2,30

La bibliothèque d'image ultérieure au travail effectué a été utilisée de la même manière que les photos récentes, chacune d'elles étant datées et localisées, de juillet 2012 à septembre 2013, soit l'équivalent de plus d'une année, cela a permis d'avoir un inventaire plus complet .

Le résultat de ce travail de terrain a été reparti en deux temps :

Certaines espèces d'Odonates, dont la reconnaissance est facile tel que *Anax imperator*, ont été identifiées sur place, et enregistrés dans le carnet d'observation.

Dans un deuxième temps, Pour les espèces plus difficiles à répertorier et pour diverses raisons, la capture au filet suivi d'une photographie en macro, ou encore la prise de photo de loin nous a permis de collecter une banque d'image conséquente afin d'entamer l'identification des espèces post-terrain.

Il en est ressortit, une liste de 22 espèces d'Odonates, dont sept espèces de Zygoptère, et quinze d'anisoptères, classé à leur tour dans deux familles de Zygoptère et d'Anisoptère, respectivement les Coenagrionidae et les Lestidae, ainsi que les Aeshnidae et les Libellulidae.

En annexe page 56, une série de photos qui ont permis l'identification des espèces et ce à l'aide des guides cités plus tôt.

La répartition en fonction des points d'eau sera discutée plus loin.

Les espèces sont réparties selon la sous-classe dans le tableau ci-dessous :

Tableau VII : tableau représentant les espèces identifiées

Anisoptère	Zygotères
Aeshnidae	Coenagrionidae
<i>Aeshna affinis</i>	<i>Ceriagrion tenellum</i>
<i>Aeshna mixta</i>	<i>Enallagma cyathigerum</i>
<i>Anax imperator</i>	<i>Erythromma lindenii</i>
<i>Anax Parthénope</i>	<i>Ischnura saharensis</i>
Libellulidae	<i>Ischnura graellsii</i>
<i>Crocothemis erythraea</i>	Lestidae
<i>Diplacodes lefebvrii</i>	<i>Lestes barbarus</i>
<i>Orthetrum brunneum</i>	<i>Lestes viridis</i>
<i>Orthetrum cancellatum</i>	
<i>Orthetrum nitidinerve</i>	
<i>Orthetrum coerulescens anceps</i>	
<i>Orthetrum sabina</i>	
<i>Selysiothemis nigra</i>	
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	
<i>Sympetrum striolatum</i>	
<i>Trithemis annulata</i>	

En observant le tableau des espèces, nous remarquons le nombre d'espèces des Libellulidae supérieur aux autres (onze espèces), vient ensuite les Coenagrionidae contenant cinq espèces, puis les Aeshnidae (quatre espèces), et enfin les Lestidae avec seulement deux espèces identifiées.

Il est important de préciser que toutes ces espèces n'ont pas été identifiées durant la période de terrain, pour certaines dont la période de maturation, ou d'envol est tardive comme c'est le cas pour *Aeshna Mixta* dont l'apparition survient vers fin juin, son identification pour ce travail c'est donc fait grâce au travail antérieur (photographie).

Pour d'autres espèces encore, aucune identification n'a été enregistrée ni par la banque de donnée antérieure ni par les prospections récentes, comme pour la famille des Calopterygidae dont les espèces ne se retrouvent que dans les eaux courantes rapides (D'Aguilar et al., 1985).

Ces résultats ne sont pas représentatifs de la totalité de la région, malgré le fait que les stations observées peuvent être prise comme de bon témoin de diversité spécifique.

5-2)- Traitement des données :

Plusieurs tests ont été effectués afin de mieux comprendre les observations et la distribution des espèces en fonction des différents sites étudiés.

5-2-1) Tableau absence/présence :

Afin d'effectuer la série de test qui va suivre, les données obtenues (espèces présentes) sont intégrées dans une matrice à variable binaire, où les «1» désigne la présence et «0» l'absence d'une espèce sur un site donné.

Tableau VIII: tableau binaire d'absence présence.

	Mézaia	Tamelaht	Thamda	El-kseur	Tibane
<i>Ceriagrion tenellum</i>	1	0	0	0	0
<i>Enallagma cyathigerum</i>	1	0	0	0	0
<i>Erythromma lindenii</i>	1	0	0	0	0
<i>Ischnura graellsii</i>	1	1	1	1	1
<i>Ischnura saharensis</i>	1	1	1	1	1
<i>Lestes barbarus</i>	0	0	0	0	1
<i>Lestes viridis</i>	0	0	0	0	1
<i>Aeshna affinis</i>	1	0	0	0	0
<i>Aeshna mixta</i>	1	0	0	0	0
<i>Anax imperator</i>	1	1	1	1	1
<i>Anax Parthénope</i>	1	1	1	1	1
<i>Crocothemis erythraea</i>	1	0	0	0	1
<i>Diplacodes lefebvrei</i>	1	0	0	0	0
<i>Orthetrum brunneum</i>	1	0	0	0	0
<i>Orthetrum cancellatum</i>	1	0	0	0	0
<i>Orthetrum coerulescens anceps</i>	1	0	0	0	0
<i>Orthetrum nitidinerve</i>	1	0	0	0	0
<i>Selysiothemis nigra</i>	1	0	0	0	0
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	1	1	1	1	1
<i>Sympetrum striolatum</i>	1	0	0	0	1
<i>Trithemis annulata</i>	1	0	0	0	1
<i>Orthetrum sabina</i>	0	0	0	0	1

5-2-2) Classification hiérarchique ascendante :

Ce prochain test dit CHA, ou classification hiérarchique ascendante servira à mieux cerner les résultats du tableau à résultat binaire.

Nous avons effectués ce test sur deux plans :

a) Regroupement des espèces :

Cette méthode d'analyse nous permet d'avoir le dendrogramme suivant :

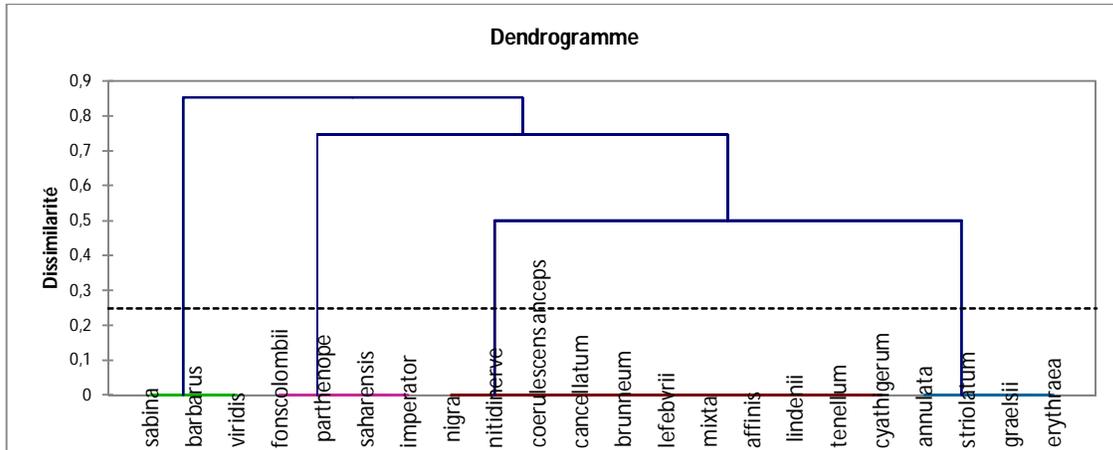


Figure 1: dendrogramme représentant la classification des espèces.

Ce dendrogramme nous permet de mieux analyser la distribution des espèces, nous distinguons 4 classes :

Tableau IX: résultat de distribution des classes du CAH

espèce	Classe	espèce	Classe
<i>Coenagrion tenellum</i>	1	<i>Sympetrum fonscolombii</i>	2
<i>Enallagma cyathigerum</i>	1	<i>Ishnura saharensis</i>	2
<i>Erythromma lindenii</i>	1	<i>Anax imperator</i>	2
<i>Aeshnea affinis</i>	1	<i>Anax Parthénope</i>	2
<i>Aeshnea mixta</i>	1	<i>Crocothemis erythraea</i>	3
<i>Diplacodes lefebvreii</i>	1	<i>Sympetrum striolatum</i>	3
<i>Orthetrum brunneum</i>	1	<i>Trithemis annulata</i>	3
<i>Orthetrum cancellatum</i>	1	<i>Ishnura graellsii</i>	3
<i>Orthetrum Coerulescens anceps</i>	1	<i>Lestes barbarus</i>	4
<i>Orthetrum nitidinerve</i>	1	<i>Lestes viridis</i>	4
<i>Selysiothemis nigra</i>	1	<i>Sympetrum sabina</i>	4

La première classe, la plus homogène, contient le plus grand nombre d'individus, dont certains n'ont été identifiées qu'au niveau de Mézaïa, la deuxième classe prend en compte les espèces les plus communes retrouvées sur tous les sites, enfin deux autres classes avec une dissimilarité moins importantes sont ressortis contenant d'une part une classe d'espèces se retrouvant sur certains sites (Thamda El-kseur et Tamelaht), et de l'autre une classe contenant uniquement les espèces identifiées sur le dernier site, le lac Tibane.

b) Regroupement des Sites :

Nous avons recréés les mêmes conditions que lors du premier test de classification hiérarchique ascendante, sauf qu'ici, les variables que nous avons choisies de regrouper sont les sites d'étude.

Nous avons remplacés les noms des sites par leurs altitudes, afin de faciliter les observations.

Le dendrogramme suivant est le résultat de ce test :

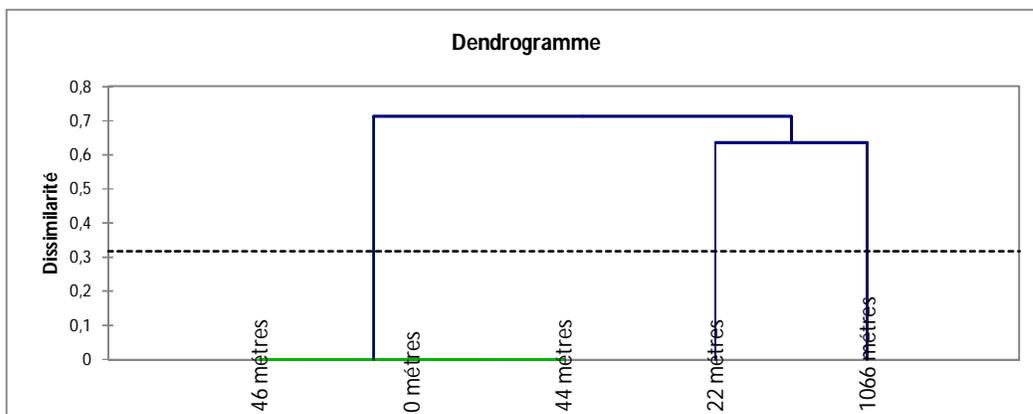


Figure 2 : Dendrogramme représentant les classes d'altitudes (sites)

Trois classes se sont distinguées :

Le premier groupe, le plus homogène contient les sites d'El-kseur, Tamelaht, Thamda.

Chacun des deux autres groupes contiennent respectivement, Mézaïa et Tibane.

5-2-3) Observation des variables climatiques :

Afin de nous assurer de l'hypothèse que, les variables climatiques influent sur la distribution des espèces dans les différentes zones d'occurrence, nous avons pratiqué une série d'observation. Nous prenons en compte ici, uniquement les températures minimales et maximales, ainsi que les précipitations, en partant de l'hypothèse que l'un ou tous ces facteurs influent sur la distribution des espèces.

a) Température minimale :

Une fois les données moyennes de T-max (janvier à décembre) extraites, nous les avons regroupées dans un tableau afin de pouvoir créer un graphique nous permettant d'observer les fluctuations dans le temps ;

Ce graphique est donné sous forme d'histogramme 2D conçu avec Excel :

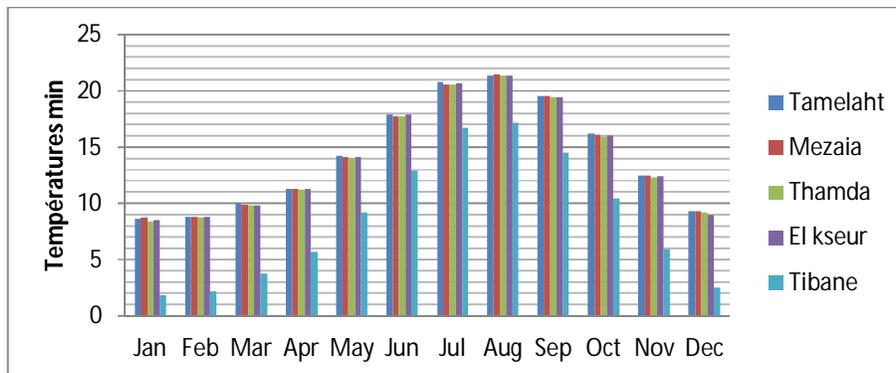


Figure 3: Histogramme des moyennes T-min (°C) dans le temps (Mois)

➤ Nous remarquons que pour les sites de Tabelaht, Mézaïa, Thamda et El-kseur les températures minimales ne descendent pas au-dessous de 20°C pour le mois le plus chaud (Aout), et n'excédant pas les 8°C pour le mois de janvier, en revanche le site de Tibane recense les températures les plus basses, et ce sur toute l'année avec une moyenne de 2°C pour le mois de janvier, et seulement 17°C pour aout.

b) Température maximale :

Nous avons procédé à la même méthode que pour la première variable :

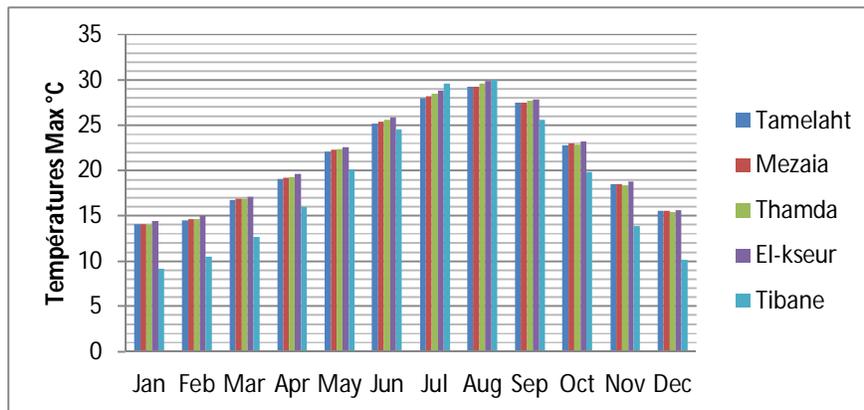


Figure 4: Histogramme représentant les T-max (°C) dans le temps (Mois)

- Encore une fois, les températures maximales les plus distinctes sont celle prélevées au niveau du lac de Tibane, avec des températures plus basses que pour le reste des sites, seulement, pour le mois d'août, nous observons une similarité entre El-kseur et Tibane (une moyenne de 30 degrés).

c) Précipitation :

Pour le prochain graphique, ce sont les variables de précipitations qui ont été choisis, afin de mieux structurer l'hypothèse de départ qui stipule que les variables climatiques influent d'une certaine manière sur la distribution spécifique des Odonates.

Voici donc les données présentées sous forme d'histogramme comme pour les deux premiers sous forme d'histogramme, les valeurs des variables (Y) sont en MM

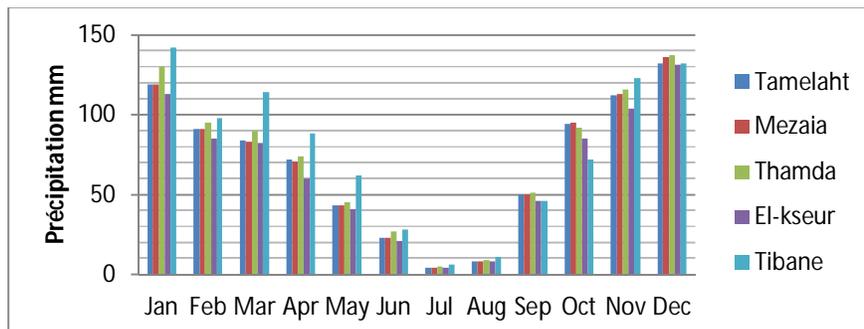


Figure 5 : Histogramme représentant les moyennes de précipitations (mm) dans le temps (Mois)

➤ Une fois encore, il apparaît que le site du lac de Tibane se distingue de tous les autres sites, la moyenne de précipitation allant, le site étant situé en hauteur (1066m) il subit une influence du climat montagneux ;

Les précipitations de mars pour Tibane vont jusqu'à 115mm. Le début de période d'envol des espèces d'Odonates qui commence en général dans le même mois, est fortement influencé par la quantité de pluie, ce qui donne une approximation quant à la réelle période d'apparition des espèces du site. En effet, les Odonates n'apparaissent qu'une fois la baisse des précipitations est constatée. D'après l'histogramme, nous pouvons déduire que cette moyenne de précipitation se situe en dessous de 100 mm, car comme l'a clairement démontré l'étude menée sur le terrain, les premières apparitions d'Odonate sur le site de Tibane ne sont notées que tardivement (mi-avril), en comparaison avec le reste des points d'observation (fin mars).

5-3) Discussion :

aux termes de l'inventaire mené de la mi-mars à la fin mai, 22 espèces ont été répertoriées sur les 68 connues en Algérie, il a été observé que sur ces 22 espèces, trois d'entre elles avaient été retrouvées sur un seul site, celui du lac Tibane, et ce grâce aux photographies prises l'an dernier en juillet, *Lestes barbarus*, *Lestes viridis*, et *Sympetrum sabina*, l'inventaire s'étant arrêté en Mai cela nous permet de dire que les espèces ont un développement tardif.

Les espèces de *Lestes*, ont été également identifiées sur d'autres sites, non pris en compte pour le travail présent, tels que Tifra et Tikjda, ces espèces sont très certainement inféodées aux milieux aquatiques de haute montagne, se retrouvant même dans des cours d'eaux vives de plus de 1500 mètres d'altitude, et n'ont pas été retrouvées ailleurs au stade du travail de terrain accompli.

Cependant, il est clair qu'en prenant en compte la période de travail, ainsi que les aires d'échantillonnage, une grande majorité d'espèces n'a pu être identifiée, la topographie de certains sites rendant le travail d'observation délicat, comme c'est le cas pour Tamelaht, et Thamda.

En dehors des espèces exceptionnelles ressortant de cet inventaire, il faut prendre en compte la région de Mézaïa, ce terrain ayant été pris comme point de départ du travail, il a permis de faire ressortir une densité en espèces, plus élevée que sur les autres points.

Ces espèces étant communes, c'est-à-dire, qu'elles se retrouvent dans la majorité des points d'eau et ne demandent pas nécessairement de conditions particulières, climatiques ou autres, il est fort probable qu'elles puissent se retrouver dans d'autres sites à proximité, ce qui est intéressant donc, ce n'est pas le côté qualitatif des espèces (communes ou non), mais plutôt la raison d'une telle densité.

En prenant en compte la localisation géographique de Mézaïa, de l'eau du lac et la forte fréquentation du lieu, on pourrait en déduire que certaines de ces espèces sont dites opportunistes (Da Silva et al., 2013), fortement aidées pour leur développement par la

végétation dense qui sert de ceinture au lac, ainsi que les parcelles végétales ou friches disséminées tout autour du site.

D'un autre côté les dendrogrammes nous ont permis d'apporter une certaine vision des espèces en premier lieu, la dispersion de ces dernières étant clairement influencée par les extrêmes points d'altitude, le lac de Tibane culminant à 1066mètres d'une part, et le reste des sites de l'autre.

Les classes identifiées grâce au CAH nous permettent donc de clairement observer d'un côté les espèces retrouvées sur le site qui contient le plus d'espèces exceptionnelles, et de l'autre, un groupe plus homogène que les autres contenant les espèces retrouvées à Mézaia.

En Prenant comme exemple l'*Anax imperator*, on observe que sa distribution par rapport au 5 points étudiés est de cent pour cent, ce qui n'est pas le cas pour le *Lestes barbarus* cité plus haut, il est donc d'une extrême importance d'étudier la distribution espèce par espèce, et non pas par groupe. De ce fait on en déduit que certaines espèces ont une répartition influencée en fonction de certains critères.

Paramètres de distribution :

Les résultats sur les variables climatiques, nous indiquent clairement les affinités existant entre les Odonates et les températures élevées, ainsi nous pouvons expliquer que certaines espèces dont les périodes d'envol débutent au mois de mars dans certaines régions, soient plus tardives sur des sites tels que Tibane.

En ce qui concerne les précipitations, l'influence est certes moins importante que les températures, mais elles jouent néanmoins un rôle déterminant quant à la distribution des Odonates les plus fragiles, prenant pour exemple certaines Ishnures (*Ishnura graellsii*) identifiées sur tous les sites dès les premières sorties, hormis celui de Tibane, où il aura fallu attendre la fin avril avant d'en retrouver les premiers individus,

Malgré la pertinence de ces données climatiques, qui indique une nette différenciation quant au comportement, ainsi qu'à l'écologie de certaines espèces, elle n'explique cependant pas les différences existant entre certains sites dont la différence en matière d'espèces est beaucoup moins forte.

Végétation :

Parmi les facteurs pouvant entrer en compte dans la distribution, la végétation en est certainement l'un des plus représentatifs, étant un besoin vital pour les Odonates durant leur cycle de vie complet, encore une fois, le site de Tibane reste le plus différent, en effet, le lac est entouré d'une ceinture végétale quasi inexistante (strate herbacée), dû au climat plus froid, la végétation est donc moins dense, malgré tout, cela reste un lieu d'abondance en matière d'Odonates, seulement, le nombre de Zygoptères est plus élevé que pour le reste des sites, contrairement aux Anisoptères qui de leur nombre, restent moins élevés qu'ailleurs, certains Anisoptères ayant besoin d'un certain type de végétal, alors que d'autres ne se retrouvent nul part ailleurs que sur ce site (*Orthetrum sabina*).

Le lac Mézaïa quant à lui, a un fort recouvrement héliophyte et une ceinture végétale développée, ce qui pourrait amener à penser que, l'abondance en Odonates sur ce site, ait fortement été influencée par cette végétation.

Il a été décrit que les zones étudiées ont une structure végétale unique pour chacune d'elles, si Mézaïa et Tamelaht sont riches en strate herbacées et possèdent des ceintures végétales importantes, un site tel que Tibane ont est pratiquement dépourvu, ce qui de ce fait prédétermine la structure des populations d'Odonates en son sein.

Paramètre physico-chimique :

Ces paramètres n'ayant pas été mesurés, il est difficile d'identifier des variables pouvant influencer la distribution des espèces sur les sites choisis pour l'étude, il est cependant possible de parler de certaines généralités, pour ensuite extrapoler sur notre travail ;

Les variables sont nombreuses, et les différences existant entre nos différents sites sont certainement importantes, il nous est possible d'affirmer, que seul le site de Tamelaht contient une eau de nature saumâtre, le reste des zones contenant une eau douce.

En dehors de la nature des eaux, le Ph reste la variable la plus importante, les larves d'Odonates vivant à l'intérieur de ces eaux, il en est quelques espèces ne tolérant que des Ph neutre.

La nature des points d'eau reste donc un point essentiel, des sites tels que celui de Tamelaht, en front de mer, augmentent les chances de retrouver des espèces uniques, dont le développement est favorisé par les milieux saumâtres.

Autres paramètres :

Des études menées sur cet ordre très connu mettent en évidence les impacts de la destruction et de la fragmentation des habitats sur la distribution, et les déplacements des espèces (Maes & Bonte, 2006 in (Mantyka-pringle et al., 2011)). Cette fragmentation induit une réduction parfois très importante de la connectivité entre les populations, provoquant ainsi leur fragilisation.

En prenant comptes de ces études, la destruction et la réduction des zones devient donc un facteur important, si un site tel que Tibane, protégé par la population locale, et souvent entretenu (intégration de poisson Alvin pour l'assainissement), d'autres, tel que Tamelaht sont en perpétuels dégradations, le site devenant même une problématique régionale.

Ces effets sur la santé des habitats d'Odonates ont par déduction, un effet sur les Odonates elles-mêmes, et de ce fait, sur leur distribution de manière générale.

Le facteur humain est également extrêmement important, tous les sites d'occurrence de notre étude ont un lien direct avec l'activité humaine, mais à différents niveaux, la pression exercée sur les milieux aquatiques se ressent non pas par une faible abondance en espèces, mais plutôt par l'espèce elle-même, en effet tout l'intérêt des Odonates en tant que bio-indicateur est la qualité des espèces vivant dans une zone en particulier (Da Silva et al., 2013), la découverte d'*Orthetrum sabina* à Tibane pourrait donc être une preuve de sa bonne santé.

➤ Limite de l'étude :

Si les résultats nous ont permis d'observer un nombre non négligeable d'espèces encore jamais identifiées sur les sites étudiés et ont permis de dégager certains critères de distribution importants, la principale limite rencontrée dans cette étude concerne donc l'identification des espèces, les raisons que l'on peut évoquer à ce sujet concernent la période de terrain, qui n'a certainement pas permis d'observer une grande partie des espèces présentes, et ceux malgré la banque d'images très importante antérieure au travail de terrain,

L'autre fait est qu'il aurait été intéressant de prendre en compte les Exuvies, afin d'augmenter les chances d'observation d'autres espèces, mais là encore, les sorties sur le terrain ont été souvent entrecoupées de fortes précipitations et de grands vents, ce qui a rendu la découverte et le prélèvement d'exuvies impossible.

Autres points essentiels, la dispersion et la migration, comme l'indique la carte de disposition des sites, certains d'entre eux sont assez proches, en prenant exemple ceux de Tamelaht et Boukhelifa, qui malgré la différence d'altitude, pourraient échanger des individus de différentes espèces, ce qui pourrait fausser les preuves d'autochtonie sans un échantillonnage préalable des exuvies.

Conclusion et perspectives:

De ce travail, en sont ressortis certains points importants,

En premier lieu, sur le plan de l'identification et de l'inventaire, les espèces observées nous permettent d'avoir une idée générale de certaines occupations sur les sites étudiés et d'avoir une première liste de l'odonatofaune de la région de Bejaïa. Par ailleurs nous avons confirmé la présence de Lestidae uniquement sur les hauteurs du lac Tibane, en dehors de ce site, des espèces de la même famille (Lestes) ont été retrouvées dans des régions telle que le lac Noir et l'Akfadou (Moali com. pers.), mais aucun représentant de cette espèce a des hauteurs moins importantes, aussi la précocité d'autres espèces à l'émergence, comme par exemple, *Cercion lindenii* nous permettra, lors de travaux futurs, de structurer l'échantillonnage, et de choisir des dates précises en fonction de ces espèces.

Il est important de préciser que la présence d'espèces d'Odonates particulières, comme *Orthetrum sabina*, ne reflète pas forcément de l'originalité du lieu, mais plutôt de la période et de la méthode d'échantillonnage qui ne permet pas d'avoir une vision plus précise de l'abondance spécifique des zones choisies.

En effet Le travail accompli a démontré que les connaissances sur la distribution des espèces dans la région de Bejaïa étaient encore à leurs prémices et que même si l'écologie de la plupart des taxons est aujourd'hui bien connue, les paramètres liés à leurs dispersions restent quant à eux uniques à chaque milieu.

Les différents tests que nous avons proposés afin d'éclairer les résultats du travail nous ont permis de nous faire une idée sur la relation entre les différents points d'occurrences, et de faire la lumière sur les différences significatives entre, d'une part, les espèces identifiées, et de l'autre, les stations.

Les données bibliographiques nombreuses, et le travail de terrain ont servi à concentrer l'effort de travail sur les patrons les plus remarquables et les plus influents entre les 5 points de l'étude.

Les températures moyennes et les précipitations différent d'une classe d'altitude à l'autre, et influent essentiellement sur les périodes d'apparitions de certaines espèces, les facteurs les plus à même d'avoir un impact sur la distribution des espèces sont la végétation et certains paramètres physico-chimiques liés aux sites d'occurrences.

D'autres paramètres rentrent certainement en compte dans cette dynamique de distribution, les facteurs tels que les proies et les prédateurs des Odonates pourraient eux aussi avoir un lien avec une logique de répartition de nos zones d'études.

L'ordre des Odonates est donc complètement dépendant de son écosystème, de ses variables biotiques et abiotiques, et est fortement affectés par des changements pouvant survenir dans ses milieux d'habitats.

Il est à noter que plusieurs programmes internationaux se mettent en place, afin d'étudier, de suivre, de protéger et de mieux comprendre cet ordre. Les principaux objectifs de ces plans d'actions sont d'évaluer et d'améliorer l'état de conservation des espèces d'Odonates, d'améliorer les connaissances sur l'écologie, sur les pratiques de gestion favorable et sur la distribution des espèces et la gestion conservatoire à différentes échelles du paysage pour accroître les populations et la qualité des habitats. Dans ce cadre-là, le but n'étant pas de créer des habitats à libellules, mais plutôt de favoriser leurs développements, ce qui aura pour conséquences de développer d'autres espèces animales et végétales.

Les habitats aquatiques des odonates tendent à diminuer de par des causes naturelles, mais aussi par l'activité humaine, il est donc indispensable de préserver les écosystèmes n'ayant pas fait l'objet d'une mise en réserve, ou inscrite dans le cadre de la convention «RAMSAR» (convention relative aux zones humides).

Le travail entrepris pour ce mémoire sera suivi, d'un complément d'échantillonnage sur cette structure spécifique de distribution dans la région de Bejaïa, puis élargi à la Kabylie du Djurdjura et aux Babors (zone encore vierge d'informations quant aux modalités de répartition et d'abondance des Odonates) dans le cadre d'un article scientifique actuellement en préparation.

Annexe

1

1



3



5



2

2



4



6



1 : *Ishnura saharensis*. Crédit photo I.B
 3 : *Crocothemis erythraea*. Crédit photo A.M
 5 : *Sympetrum Fonscolombii*. Crédit photo I.B

2 : *Anax Parthénope*. Crédit photo A. Moali
 4 : *Sympetrum nitidissime*. Crédit photo A.M
 6 : *Cercion lindenii*. Crédit photo A.M

1



2



3



4



5



6



1 : Anax Parthénope. Crédit photo A.M
 3 : Orthetrum coerulescens. Crédit photo A.M
 5 : *Orthetrum sabina*. Crédit photo A.M

2 : *Diplacodes lefebvrii*. Crédit photo A.M
 4 : *Lestes barbarus*. Crédit photo A.M
 6 : *lestes viridis*. Crédit photo A M

Bibliographie

- Addinsoft, 2014. *Xlstat*. [Online] Available at: www.xlstat.com.
- Alonso, D., Etienne, R.S. & McKane, A.J., 2006. The merits of neutral theory. *Trends in Ecology & Evolution* 21:451-457.
- Ballare, E.F. & Ware, J.L., 2011. Dragons fly, biologists classify: an overview of molecular odonate studies, and our evolutionary understanding of dragonfly and damselfly (Insecta: Odonata) behavior. *International Journal of Odonatology*, 14:2, pp.137-47.
- Benazzouz, B., El Agbani, M.A. & Aguessse, P., 1996. Etude de la croissance des larves d']schnura graellsii (Rambur, 1842) (Odonata, Coenagrionidae) élevées au laboratoire. *Bulletin de l'Institut Scientifique (Rabat)*, pp.123-29.
- Blais, C., Gaumont, R. & Maibeche, M., 2014. *Odonates*. [Online] Available at: <http://www.universalis.fr/encyclopedie/odonates/>.
- Boudjéma, M. & Rachid, S., 1999. A contribution to the study of Algerian Odonata. *International Journal of Odonatology*, pp.145-65.
- Boudot, J.-P., 2008. *Selysiotemis nigra* (Vander Linden, 1825), nouveau pour le Maroc, et autres observations sur les Odonates du Maghreb nord-occidental (Odonata : Anisoptera : Libellulidae). *Martinia*, 24(1), pp.3-29.
- Boudot, J.-p., 2010. Spécificités du peuplement en Odonates du nord de l'Afrique et observations récentes d'espèces remarquables (Insecta : Odonata). *Martinia, Tome 26, fascicules 3 et 4*, pp.109-22.
- Combaz, D., 2009. *Exploration de la biodiversité floristique en plantation intensive de palmier à huile*. Stage de fin d'année en M1 IEGB. CIRAD – PERFORMANCE DES SYSTÈMES DE CULTURE DES PLANTES PÉRENNES.
- Couteyen, S., 2009. Biogéographie et spéciation des Odonates de l'île de la Réunion. *Annales de la Société entomologique de France (N.S.): International Journal of Entomology*, 45:1, pp.83-91.
- Da Silva, C.M.J., Couceiro, S.R.M., Hamada, N. & Juen, L., 2013. Effect of vegetation removal for road building on richness and composition of Odonata communities in Amazonia, Brazil. *International Journal of Odonatology*, 16:2, pp.135-44.
- D'Aguilar, J., Dommanget, J.-L. & Préchac, R., 1985. *Guide des libellules d'Europe et d'Afrique du Nord*. Delachaux & Niestlé. (341 pp).
- Deliry, C., 2013. Habitats odonatologiques du Sud-Est de la France. *Nature Life n°5*.
- Deraison, H., 2010. *Analyse de la structure d'une communauté de Carabidae en système céréalier intensif*. RAPPORT DE STAGE. Rennes: Université de Rennes 1.

- Dommanget, J.-L., 2002. Protocole de l'Inventaire cartographique des Odonates de France (Programme INVOD). *Muséum National d'Histoire Naturelle, Société française d'odonatologie, 3e édition, 64 pages.*
- El Haissoufi, M., Bennis, N., El mohdi, O. & Milàn, A., 2010. Analyse préliminaire de la vulnérabilité des Odonate (Odonata) du rif Occidental (Nord du Maroc) DU RIF OCCIDENTAL (NORD DU MAROC). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.), n° 46*, p.345–354.
- Fleck, G., 2004. Contribution à la connaissance des Odonates de Guyane française. Les larves de *Macrothemispumila* Karsch, 1889 et de *Brechmorhoga praedatrix* Calvert, 1909. Notes biologiques et conséquences taxonomiques (Anisoptera: Libellulidae). *Annales de la Société entomologique de France (N.S.): International Journal of Entomology*, 40:2, pp.177-84.
- Fleck, G., 2004. La larve du genre *Cyanothemis* Ris, 1915 (Odonata: Anisoptera: Libellulidae). Conséquences phylogénétiques. *Annales de la Société entomologique de France (N.S.): International Journal of Entomology*, 40:1, pp.51-58.
- Goffart, P. & Paternoster, T., 2006. Redécouverte du Leste verdoyant (*Lestes virens*) en Wallonie. *le Groupe de Travail Libellules Gomphus volume 20 (2)*, pp.29-38.
- Haouchine, S., 2011. *Recherches faunistiques et l'écologie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie*. Mémoire, Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou, Faculté des sciences biologiques et sciences agronomiques.
- Hijmans, R.J., 2012. *Diva-Gis*. [Online] Available at: <http://www.diva-gis.org/>.
- Holyoak, M., A., L.M. & Holt, R.D., 2005. *Metacommunities: Spatial Dynamics and Ecological Communities*. Chicago: University of Chicago Press.
- Hubert, A., 2012. *Etude de la fonctionnalité écologique d'un complexe de sites en vallée de l'Avre (80), par deux protocoles de suivi des populations d'Odonates*. université de Rennes: Rapport de stage de 2ème année de Master.
- Ingley, S.J. et al., 2012. Life on the fly: phylogenetics and evolution of the helicopter damselflies (Odonata, Pseudostigmatidae). *Zoologica Scripta, The Norwegian Academy of Science and Letters*, 10, pp.1-14.
- Jacquemin, G., 1987. Les odonates de la merdja de sidi bou-ghaba (Mehdiya, Maroc). *Bulletin de l'Institut Scientifique (Rabat)*, pp.175-83.
- Jödicke, R. et al., 2004. Critical species of Odonata in northern Africa and the Arabian Peninsula. *International Journal of Odonatology*, 7:2, pp.239-53.
- Johansson, F. & Brodin, T., 2003. Effects of Fish Predators and Abiotic Factors on Dragonfly Community Structure. *Journal of Freshwater Ecology*, 18:3, pp.415-23.
- Jolivet, S., 2005. *Espace naturel sensible : le Marais du Rabuais (inventaire Odonatologique)*. Domaine de la Minière: OPIE:Office pour les insectes et leur environnement.

Khelifa, R. et al., 2011. L'odonatofaune (Insecta : Odonata) du bassin de La seybouse en Algérie : intérêt pour La biodiversité du Maghreb. *Rev. Écol. (Terre Vie)*, vol. 66, pp.55-66.

Khelifa, R. et al., 2013. Aspects of reproductive biology and behaviour of the regional critically endangered *Urothemis edwardsii* (Odonata: Libellulidae) on Lake Bleu (Algeria). *Zoology and Ecology*, pp.282-85.

Lounaci, A., 2013. *Actualisation des données sur les insectes. in Moali A. Révision de la stratégie nationale de la biodiversité phase I.2013.* MATE.

Manolis, T., 2003. *Dragonflies and Damselflies of California.*

Mantyka-pringle, C.S., Martin, T.G. & Rhodes, J.R., 2011. Interactions between climate and habitat loss effects on biodiversity: a systematic review and meta-analysis. *Global Change Biology*, 18, pp.1239-1252.

Mathieu, B.P.e.M., 2011. *protocoles Odonates.* Association des amis de l'Île de la Platière ed. Rhône-alpes: Rhomeo.

Menai, B. & Samraoui, R., 1999. A contribution to the study of Algerian Odonata. *International Journal of Odonatology*, pp.145-65.

Minet, J. & Bourgoïn, T., 1986. Phylogénie et classification des Hexapodes (ARTHROPODA). *Les Cahiers de liaison de l'OPIE.vol.20(4)*, pp.23-28.

Moali, A. & Durand, E., 2014. Découverte de *Selysiotthemis nigra* (Vander Linden, 1825) (Odonata, Anisoptera: Libellulidae) sur la côte kabyle, à Béjaïa, Algérie. *Poaretia (Sous presse)*.

Ndiaye, D.A.B., 2010. *Module de formation des formateurs sur le suivi des odonates.* Dakar: Wetlands International Afrique.

OPIE, 2010-2011. *Plan d'action en faveur des Odonates.* [Online] Available at: <http://odonates.pnaopie.fr/steli/>.

Paulson, D.R., 2004. Why do some zygopterans (Odonata) perch with open wings. *International Journal of Odonatology*, 7(3), pp.505-15.

Pilon, J.-G., 2011. Phylogénie des Odonates : aperçu et réflexion. *Le naturaliste canadien*, 135(2), pp.26-29.

Rehn, A.C., 2003. Phylogenetic analysis of higher-level relationships of odonata. *Systematic Entomology*, 28, pp.181-239.

Riservato, E. et al., 2009. *mediterranéen, Statut de conservation et repartition géographique des libellules du bassin.* Gland, Suisse et Malaga, Espagne: UICN.

Robert, A., 1963. *Les Libellules du QUEBEC.* Province du Québec: Ministère du tourisme de la chasse, et de la pêche.

- Samraoui, B., 2009. Seasonal ecology of Algerian Lestidae (Odonata). *International Journal of Odonatology*, 12(2), pp.382-94.
- Samraoui, B. & Corbet, P.S., 2000. The Odonata of Numidia, northeastern Algeria part I status and distribution. *International Journal of Odonatology*, 3(1), pp.11-25.
- Samraoui, B. & Corbet, P.S., 2000. THE ODONATA OF NUMIDIA, NORTHEASTERN ALGERIA PART II SEASONAL ECOLOGY. *International Journal of odonatology*, 3(1), pp.27-39.
- Samraoui, F. et al., 2012. Modèles de partage de ressources par des hérons et ibis nicheurs : comment les odonates sont-ils exploités ? *C. R. Biologies*, (335), pp.310-17.
- Selys, -L.M.d., 1871. Nouvelle revision des odonates de l'Algérie. *Annales de la Societé Entomologique de Belgique.*, 14, pp.9-20.
- Stork, N.E., 1993. How many species are there? *Biodiversity and Conservation*. 2, pp.215-232.
- Tanguy, A. & Gourdain, P., 2011. *Guide méthodologique pour les inventaires faunistique des espèces métropolitaines terrestres (volet 2)*. rapport SPN. Atlas de la Biodiversité dans les Communes (ABC). MNHN – MEDDTL. 195 p.
- Tchibozo, S., Aberlenc, H.-P., Ryckewaert, P. & Le Gall, P., 2008. Première évaluation de la biodiversité des Odonates, des Cétoines et des Rhopalocères de la forêt marécageuse de Lokoli (Sud Bénin). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 113 (4), pp.498-500.
- Thorayya, A., 2012. *La mise en place d'un Protocole d'échantillonnage des invertébrés aquatiques adaptés aux zones amont des oueds*. Mémoire. Université de Tlemcen.
- Worthen, W.B. & Jones, C.M., 2006. Relationships between body and perch height selection in a guild of Libellulidae species (Odonata). *International Journal of Odonatology*, 9(2), pp.235-50.
- Yesson, C., 2010. *Niche ecological : An introduction*. [Online] Institut of Zoology living conservation Available at: <https://static.zsl.org/files/nichemodellingintroduction-1265.pdf> .
- Zebboudj, D.A., Djouad, S., Sayad, A. & H., A.M., 2013. Vulnérabilité de la lagune Tamelaht(Bejaïa) face au développement des Cyanobactéries. *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, (13), pp.95-107.

Résumé :

Afin de déterminer les paramètres de distributions altitudinal des Odonates, une recherche bibliographique préalable fut indispensable afin d'acquérir les connaissances nécessaires sur cette Ordre. L'axe principal déterminant la recherche étant l'altitude, cinq sites furent choisis allant de 0 mètre, à 1066 mètres, le travail fut entamé par une série de prospections, suivi d'une récolte d'informations sur les espèces présentes aux seins des différentes zones d'occurrence. Le travail post terrain consista à identifier les espèces trouvés, et les organiser sur une matrice d'absence/présence pour chaque site, nous avons ensuite appliqués dendrogramme afin de mieux comprendre les degrés de similarités entre les sites étudiés, l'observation consista à déterminer ces similarités, et d'en extraire les paramètres possible liés à la distribution de ces espèces.

Abstract :

In order to determine the parameters of altitudinal distributions of Odonata, literature search was essential to acquire the necessary knowledge of this Order, in a global perspective. Five sites were chosen from 0 meters, 1066 meters, the work was initiated by a series of surveys, followed by a gathering of information on the species present in the different areas of occurrence. After then, we had to identify the species, and create a table presence/absence for each site, then we applied dendrogram to understand the degree of similarity of the different sites studied, observation consisted to determine these similarities, and extract the parameters related to the distribution of these species.

