

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

Réf :



Mémoire de fin de cycle en vue de l'obtention du Diplôme

MASTER

**Contribution à l'étude d'impact des infrastructures
hydrauliques sur la diversité odonotologique au sein des cours
d'eau : cas du barrage Tichy Haf sur Oued Bouselam
(Bejaia).**

Présenté par :

M^R DJAMAI Abdelhadi

Soutenu le 26-06-2019

Devant le jury composé de :

M ^r Chelli A. M.	M.A.A.	Promoteur
M ^{me} Henine-Maouche A.	M.A.A	Présidente
M ^{me} Adjaoud-Benkhellat O.	M.C.B	Examinatrice



DÉDICACE ET REMERCIEMENT



Je dédie ce travail à ma chère épouse, mon amour et ma raison de vivre, à mes deux enfants, mes anges et mon paradis, à mes deux sœurs et à mon frère, ma fierté et ma gloire.

Une pensée particulière à ma défunte mère, je m'incline humblement devant la majesté de ton souvenir.

A mes collègues de travail, à mes amis et mes proches.

Un remerciement particulier est adressé à Monsieur CHELLI Abdelmadjid, pour son soutien indéfectible et son accompagnement infailible tout au long de la période de préparation de ce travail.

Que Dieu vous bénisse tous.



LISTE DES FIGURES ET DES PHOTOS



LISTE DES FIGURES ET DES PHOTOS

Figure 1 : À gauche, Pennipatte bleuâtre - <i>Platycnemis pennipes</i> - (Demoiselle) ; à droit, Aeshne bleue - <i>Aeshna cyanea</i> - (Libellule)	7
Figure 2 : Morphologie d'un Anisoptère, mâle Sympétrum facié	8
Figure 3 : Morphologie des larves Zygoptères et Anisoptères	10
Figure 4 : Cycle de vie des odonates	11
Figure 5 : <i>Calopteryx splendens</i> en cœur copulatoire, structures intervenant dans l'accouplement	14
Figure 6 : Situation géographique de la Wilaya de Bejaia	19
Figure 7 : Réseau hydrographie de la Wilaya de Bejaia	20
Figure 8 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la Wilaya de Bejaia (2008-2018)	24
Figure 9 : Place de Bejaia dans le climagramme d'Emberger (2008-2018)	25
Figure 10 : Situation géographique des trois stations	30
Figure 11 : Pourcentages des odonates / familles dans la région d'étude	42
Figure 12 : Chorologies des odonates recensés dans notre région d'étude	44
Figure 13 : Abondance des espèces d'odonates dans la station 1 « Amont »	49
Figure 14 : Abondance des espèces d'odonates dans la station 2 « retenue »	50
Figure 15 : Abondance des espèces d'odonates dans la station 3 « Aval »	50
Figure 16 : Carte factorielle des relations biotopes /espèces d'odonates issue de l'AFC	53
<hr/>	
Photo 1 : Station 1 « amont », en amont direct du barrage (milieux lotiques)	27
Photo 2 : Station 2 « retenue » à la rive droite du barrage (milieux lenticques)	29
Photo 3 : Station 3 « aval », juste après le barrage (milieux lotiques)	29



LISTE DES FIGURES ET DES PHOTOS

Photo 4 : Filet entomologique	31
Photo 5 : Loupe aplanétique	31
Photo 6 : Guide d'identification	32
Photo 7 : Paire de jumelle	32
Photo 8 : Appareil photo numérique	33
Photo 9 : Boîte de récolte	33



LISTE DES TABLEAUX



LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Températures mensuelles minimales, maximales et moyennes exprimées en degrés Celsius (°C.) dans la région de Bejaia (2008-2018)	21
Tableau II : Moyennes mensuelles des précipitations en (mm) dans la région de Bejaia de (2008- 2018)	22
Tableau III : Caractéristiques et les coordonnées des trois stations	27
Tableau IV : Liste des odonates recensés dans les trois stations de la région d'étude	40
Tableau V : Présence-absence des odonates dans les trois stations d'étude	45
Tableau VI : Richesse totale, moyenne et spécifique dans les trois stations d'étude	47
Tableau VII : Abondance relative et fréquence d'occurrence des espèces recensées ...	48
Tableau VIII : Diversité de Shannon et l'équitabilité appliquées aux odonates recensés	51



SOMMAIRE



INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : Synthèse bibliographique sur les odonates	4
I. 1. Étymologie	5
I. 2. Origine	5
I. 3. Systématique et classification	5
I. 4. Etat des connaissances sur l'odonatofaune algérienne	6
I. 5. Description des sous-ordres	6
I. 5. 1. Les Anisoptères	6
I. 5. 2. Les Zygoptères	7
I. 6. Morphologie des odonates	7
I. 6. 1. Morphologie de l'adulte	8
I. 6. 2. Morphologie de la larve	10
I. 7. Cycle de développement des odonates	11
I. 7. 1. Développement larvaire	12
I. 7. 2. Développement de l'adulte	12
I. 7. 3. L'accouplement et la ponte	13
I. 8. Les odonates dans la chaîne trophique	14
I. 9. Intérêt d'étudier les odonates	15
CHAPITRE II : Etude régionale	17
II. 1. Situation géographique	18
II. 2. Réseau hydrographique de la Wilaya de Bejaia	19
II. 3. Situation climatique	20
II. 3. 1. Température	21
II. 3. 2. Pluviométrie	22
II. 3. 3. Humidité relative	22
II. 3. 4. Vent	23
II. 4. Synthèse bioclimatique	23
II. 4. 1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen	23
II. 4. 2. Quotidien pluviothermique d'Emberger	24
CHAPITRE III : Matériel et méthode	26
III. 1. Localisation et caractéristiques des stations d'étude	27
III. 1. 1. Station Tansaout (S1)	27



SOMMAIRE

III. 1. 2. Barrage Tichy Haf (S2)	28
III. 1. 3. Station Sahel (S3)	29
III. 2. Matériel	30
III. 2. 1. Filet entomologique	30
III. 2. 2. Loupe aplanétique	31
III. 2. 3. Guide d'indentification	31
III. 2. 4. Paire de jumelle	32
III. 2. 5. Appareil photo numérique	32
III. 2. 6. Boîte de récolte	33
III. 4. Méthode	34
III. 5. Indices écologiques appliqués aux Odonates	34
III. 5. 1. Indices écologique de composition	35
III. 5. 1. 1. Richesse spécifique	35
III. 5. 1. 2. Richesse moyenne (Sm)	35
III. 5. 1. 3. Fréquence centésimale (Fc) ou abondance relative (Ar)	35
III. 5. 1. 4. Fréquence d'occurrence (Fo) ou constance (C)	35
III. 5. 2. Indices écologiques de structure	36
III. 5. 2. 1. Diversité	36
III. 5. 2. 2. Equitabilité ou Equirépartition	36
III. 6. Analyse statistique appliquée au peuplement odonatologique	37
CHAPITRE IV : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS	38
IV. 1. Espèces d'odonate recensées	40
IV. 2. Chorologie des espèces d'odonates répertoriées	42
IV. 3. Présence-absence des espèces d'odonates dans les trois stations d'étude	45
IV. 4. Les indices écologiques appliqués aux odonates recensés	46
IV. 4. 1. Les indices écologiques de composition	47
IV. 4. 2. Les indices écologiques de structure	51
CONCLUSION	54
ANNEXES	57
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	60



INTRODUCTION



Les écosystèmes d'eau douce hébergent des communautés de macro-invertébrés riches et complexes, dont les odonates qui en représentent une composante importante. Ce sont un groupe d'insectes très répandu, présent sur tous les continents sauf l'Antarctique (Corbet 1999). Ils utilisent presque tous les biotopes d'eau douce. Certains odonates se spécialisent dans différents types d'eau lotique (courante), des ruisseaux aux grands cours d'eau ; d'autres utilisent des écosystèmes lenticques (stagnante), y compris des lacs, des étangs et des réservoirs, ainsi que des plans d'eau temporaires (Harabiš & Dolný 2010). Leur nombre et leur diversité sont considérés comme un indicateur fiable d'un système fluvial sain (Ferrerias-Romero *et al.* 2009). Les odonates jouent un rôle important dans le réseau trophique. Étant prédateurs et proies, ils contribuent de manière significative à la biomasse de l'écosystème (Donald & Amanda 2012 ; Kutcher & Bried 2014).

Malheureusement, comme beaucoup d'autres groupes d'animaux, ces insectes sont sensibles aux changements environnementaux tels que l'urbanisation, la pollution, la qualité de l'eau (Corbet 1999 ; Remsburg *et al.* 2008). Par ailleurs, d'autres espèces d'odonates profiteraient d'habitats transformés par l'homme pour étendre leur répartition (Buidin & Rochpault 2007). Cette sensibilité fait des odonates des espèces indicatrices reflétant les atteintes et les pressions que subissent les zones humides (Lebrun & Duquet 2015). Ils représentent donc un outil intéressant pour différents types d'évaluations écologiques et de monitoring, telles que l'estimation de la biodiversité. De plus, ce groupe a été largement utilisé pour tester des questions centrales d'écologie et d'évolution (Oertli 2008 ; Ferrerias-Romero *et al.* 2009).

La destruction et la fragmentation des habitats naturels font partie des causes majeures d'extinction d'espèces (Fahrig 2003). Pour les cours d'eau, une des premières causes d'artificialisation, est d'ailleurs la fragmentation par la construction de barrages et de retenues d'eau. Ces derniers, construits pour de multiples raisons (par ex. consommation, irrigation, production d'énergie...), entraînent de profondes modifications du milieu aquatique et de la faune associée (Dudgeon *et al.* 2006). Selon Denis (2018), les barrages, barrant les cours d'eaux induisent une artificialisation plus importante des flux hydrauliques, modification de la morphologie des cours d'eaux et les caractéristiques physico-chimiques de l'eau, ce qui va avoir un impact sur le compartiment biologique en induisant une modification profonde des communautés animales et végétales présentes dans le cours d'eau (perte d'espèces sensibles, diversité et abondance réduites, augmentation de la présence d'espèces exotiques à caractère envahissant).



INTRODUCTION

Bejaia est située dans le nord-est de l'Algérie. En tant que ville en développement, elle a connu une forte croissance démographique et industrielle. Elle compte actuellement une dizaine de retenues collinaires, et deux barrages à savoir : Ighile Emda à Kherrata et Tichy Haf à Bouhamza. Ce dernier constitue le site choisi pour évaluer les conséquences de cette artificialisation sur les odonates du cours d'eau de Bousselam. Nous tentons de découvrir à quel point et sur quel aspect les odonates sont impactés par ce grand ouvrage ? Pour cela, nous avons émis trois hypothèses auxquels nous essayerons de répondre à travers cette étude :

- ✂ Les grands ouvrages hydrauliques, tel que les barrages, ont-ils un impact sur l'odonatofaune ?
- ✂ Ces infrastructures implantées sur les cours d'eaux ont-elles un impact sur la dispersion des odonates ?
- ✂ Ces installations hydrauliques, pourraient-elles avoir une influence sur les paramètres biotiques et abiotiques des odonates, et du coup sur la richesse et la diversité entre l'amont, l'aval des cours d'eau ?

La présente étude sur les odonates de l'oued Bousselam et du barrage de Tichy Haf, s'articule autour de quatre chapitres. Le premier est consacré à une synthèse bibliographique sur les odonates. Le deuxième, présente brièvement les caractéristiques physiques et bioclimatiques du site d'étude. Le troisième chapitre décrit la démarche adoptée pour la réalisation de ce travail, et qui est fondée sur les techniques et méthodes employées pour le recensement des odonates. Le quatrième chapitre, fera l'objet d'une synthèse générale où les résultats obtenus seront discutés. Enfin, une conclusion qui tentera de dégager l'intérêt et l'apport que représentent nos analyses et des perspectives pour les travaux à venir.



CHPITRE I :

Synthèse

bibliographique sur

les odonates



I. 1. Etymologie

C'est en 1792 que le naturaliste Fabricius donna le nom d'Odonata aux libellules qui par la suite s'est francisé en odonate. Ce nom est la contraction des mots Grecs « Odonto » (dent) et gnathos (mâchoire) et signifie « mâchoire dentée », qui est une particularité anatomique induite par la forme des mandibules des adultes. Alors que « libellule », dérivé des mots latins « libellula » et « libellus », signifiant « petit livre », rappelle la position des ailes tenues fermées comme les pages d'un livre (Boudot *et al.* 2017).

I. 2. Origine

Formant un des plus anciens groupes d'insectes, les odonates, sont apparus à l'ère des dinosaures. Les 6000 espèces décrites dans le monde, bien que morphologiquement assez semblables, ont développé des écologies très diverses leur permettant de coloniser la quasi-totalité des terres émergées de la planète (Jourde & Gailledrat 2009). Les Odonatoptères sont considérés par les paléontologues comme étant les insectes les plus anciennement apparus sur terre. Ceci est attesté par la découverte de nombreux fossiles, dont certains, comme *Namurotypus sippelli*, un Méganisoptère, ont vécu il y a plus de 320 millions d'années, au Carbonifère (Boudot *et al.* 2017). Les odonates actuels sont les descendants d'espèces fossilisées dont les origines remontent au moins au début du Carbonifère, il y a environ 300 millions d'années. Ce groupe d'insectes est notamment représenté par plusieurs espèces géantes dont *Meganeuroopsis permiana*, pouvant atteindre 70 cm d'envergure et considéré comme le plus grand insecte n'ayant jamais existé (Silsby 2001).

I. 3. Systématique et classification

La littérature rapporte que les odonates appartiennent :

- ✈ **Règne** : Animalia
- ✈ **Embranchement** : Arthropoda
- ✈ **Sous Embranchement** : Hexapoda
- ✈ **Classe** : Insecta
- ✈ **Sous Class** : Pterygota
- ✈ **Ordre** : Odonata
- ✈ **Sous Ordre** : Anisoptera – Zygoptera

Jusqu'à très récemment, les odonates regroupent trois sous-ordres : les Anisoptères, aussi connus sous le nom de libellule ; les Zygoptères, ou demoiselles et les Anisozygoptères ne compte qu'une espèce himalayenne et une autre japonaise. Ce troisième sous-ordre, comme



l'indique le nom, est un composite morphologique des deux sous-ordres précédents. Cependant, le sous-ordre des Anisozygoptères a été abandonné, aux recherches démontrant qu'ils ne sont pas un groupe naturel, et il est paraphylétique. Par conséquent, le groupe a été inclus dans le sous-ordre des Anisoptères, formant alors un groupe naturel dans un nouveau sous-ordre appelé les Eiproctères (Bybee 2005 ; Jourde & Gailledrat 2009).

Actuellement, les systématiciens distinguent chez les odonates deux sous-ordres, regroupant huit superfamilles, de 29 à 35 familles selon les auteurs, 58 sous-familles, 620 genres et environs 6 000 espèces. Cette classification est bien entendu susceptible d'être modifiée au gré des nouvelles découvertes, liées notamment aux études phylogénétiques (Grand & Boudot 2006).

I. 4. Etat des connaissances sur l'odonatofaune algérienne

L'étude des odonates de l'Algérie a commencé dès le milieu du XIX^e siècle, sous l'impulsion de Selys-Longchamps (1849, 1865, 1866, 1871, 1902). Puis d'autres odonatologues éminents ont visités toute l'Algérie (Kolbe 1885 ; McLachlan 1897 ; Martin 1901, 1910 ; Morton, 1905 ; Ris 1913, 1928). Au début du XIX^e siècle, la connaissance de la faune odonatologique du pays s'est beaucoup améliorée grâce à plusieurs contributions. Une synthèse générale de l'odonatofaune algérienne a été réalisée par Samraoui & Menai (1999), clarifiant ainsi le statut de la plupart des espèces dans ce pays. Au cours des quarante dernières années, les odonates d'Algérie ont fait l'objet d'un examen approfondi (Dumont, 1976, 2007 ; Samraoui *et al.*, 1993 ; Samraoui & Corbet, 2000 a, b ; Samraoui, 2009 ; Samraoui & Alfarhan, 2015 ; Khelifa *et al.*, 2011, 2013, 2016 ; Zebba *et al.*, 2015).

En Algérie, un total de 63 taxons est répertorié dans la liste de référence nationale (Samraoui & Menai 1999). Ces auteurs citent alors 53 espèces auxquelles 10 autres taxons supposés authentiques sont ajoutés à partir d'informations historiques. Mais, sur les 10 taxons non recensés, seuls quatre sont considérés comme de véritables signalements passés à savoir : *Lindenia tetraphylla* (Gomphidae) ; *Cordulegaster boltonii algerica* (Cordulegastridae) ; *Cordulia aenea* (Corduliidae) et *Rhyothemis semihyalina* (Libellulidae), et ont été également considérées comme localement éteintes (Samraoui & Corbet 2000 a).

I. 5. Description des sous-ordres

I. 5. 1. Les Anisoptères

Les libellules ou les Anisoptères (fig.1b) ont quatre ailes qui ne sont pas pétiolées ni égales : les antérieures sont moins larges que les postérieures. Ce que les caractérise, c'est qu'au repos



leurs ailes sont maintenues étalées de chaque côté du corps. Egalement, leur vol est puissant et rapide, parfois sonore et même bruyant. Quant aux yeux, ils sont contigus chez la plupart des Anisoptères, enveloppant presque toute la tête. Le corps est robuste parfois massif, et les variations dans le sous-ordre apparaissant essentiellement au niveau de l'abdomen. Enfin, on signale que les appendices anaux du mâle sont au nombre de trois, deux supérieurs et un inférieur plus élargi (Robert 1963 ; Graf 2011).

I. 5. 2. Les Zygoptères

Les demoiselles ou les Zygoptères (fig.1a) possèdent deux paires d'ailes membraneuses rigides, à peu près semblables, non couplées (les ailes postérieures, dans leur moitié basilaire, de même largeur, ou presque, que les ailes antérieures), et souvent transparentes pourvues d'un réseau dense de nervures. Le bord antérieur de l'extrémité apicale des ailes présente le plus souvent une zone épaissie et souvent sombre qu'on appelle « le ptérostigma ». On note aussi que chez les Zygoptères l'abdomen est très allongé, et il est constitué de 10 segments complets. Les yeux composés sont très développés, la partie inférieure de l'œil peut être colorée différemment de la supérieure, et ils sont très nettement écartés (fig.1a). On signale que les appendices anaux du mâle sont toujours au nombre de quatre, deux inférieurs et deux supérieurs (Graf 2011 ; Bybee 2005 ; Robert 1963).

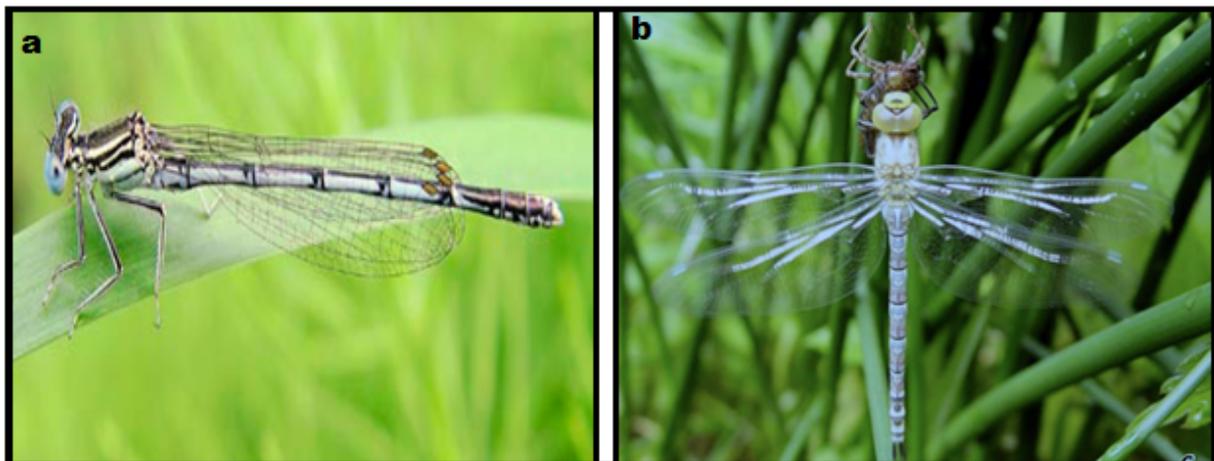


Figure 1 : À gauche, Pennipatte bleuâtre - *Platycnemis pennipes* - (Demoiselle) ; à droite, Aeshne bleue - *Aeshna cyanea* - (Libellule) (Graf 2011).

I. 6. Morphologie des odonates

Aujourd'hui, le plus grand odonate vivant est *Megaloprepus coerulatus*, long de 12 cm et dont l'envergure atteint 19 cm. Son abdomen effilé lui permet de pondre ses œufs dans des trous d'arbres inondés des forêts brumeuses d'Amérique centrale. A l'opposé, le plus petit odonate



connu vit en Asie orientale et se nomme *Nannophya pygmaea*. Il ne mesure que 15 mm de long pour une envergure de 20 mm, soit la taille d'une grosse mouche (Jourde & Gailledrat 2009).

I. 6. 1. Morphologie de l'adulte

L'examen, même superficiel, d'un odonate permet de reconnaître trois régions : la tête, le thorax menu de trois paires de pattes et de quatre ailes indépendantes, et l'abdomen (fig.2).

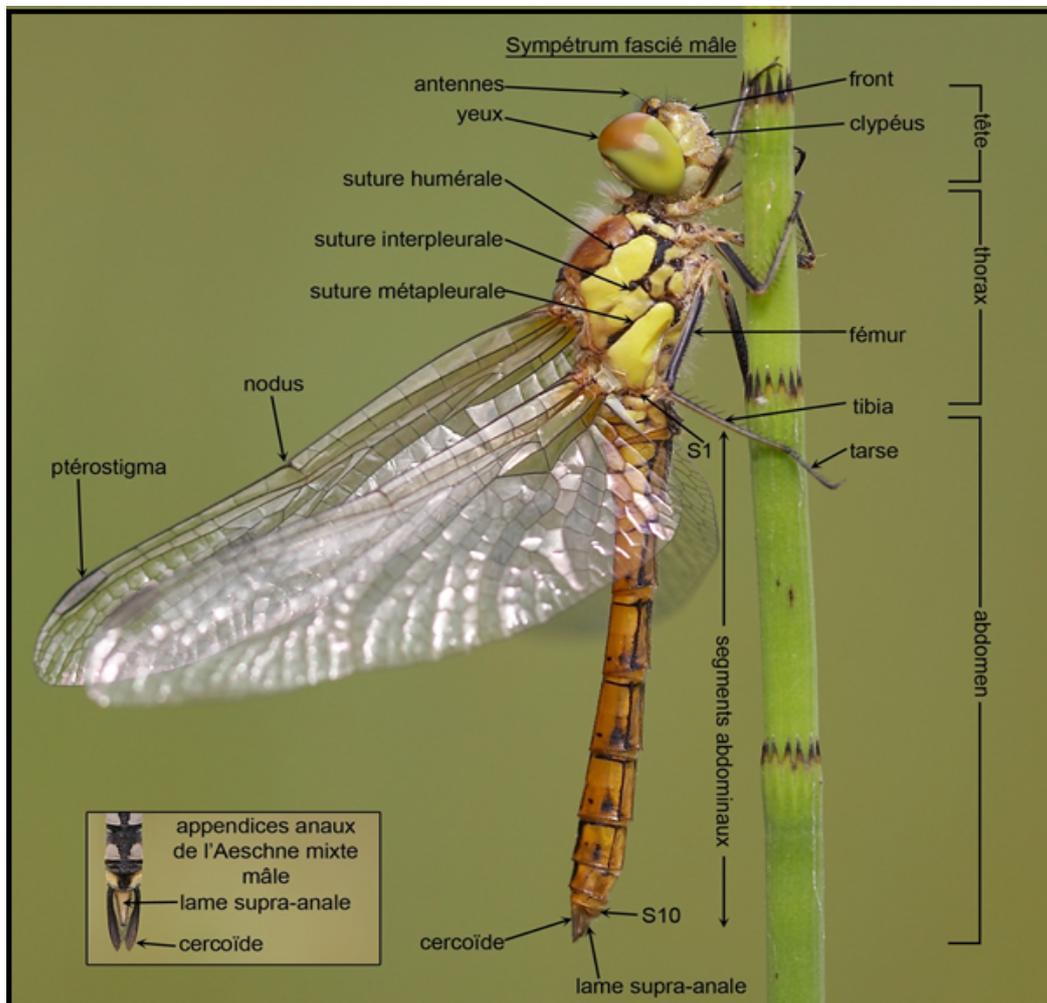


Figure 2 : Morphologie d'un Anisoptère, mâle *Sympetrum fascié* (source : <http://www.poitou-charentes-nature.asso.fr/identifier-les-libellules-du/> 29-03-2019).

- ✓ **La tête :** se caractérise par la présence de deux grands yeux composés comptant 10 à 30000 facettes disposées en nid d'abeille ; de deux courtes antennes et d'une mâchoire puissante. Elle est articulée et d'une mobilité qui permet à l'insecte de voir dans toutes les directions (300 ou 360 degrés). La présence d'un cou étroit servant à relier la tête au thorax permet de découvrir aisément les limites arrières de la tête (Robert 1963 ; Jourde 2005 ; Jourde & Gailledrat 2009).



- ✓ **Le thorax** : Il est puissant et contient les muscles des ailes et des pattes. Sa partie antérieure, le prothorax, est surmontée du pronotum. Chez de très nombreuses espèces, les mâles agrippent les femelles par ce point d'ancrage lors de l'accouplement. Sa structure est propre à chaque espèce, fonctionnant comme une clé avec les appendices anaux des mâles. A l'arrière du prothorax, s'ouvrent deux fentes respiratoires transversales, les stigmates mésothoraciques ; les sclérites qui les encerclent par l'arrière prennent des formes variées et peuvent servir à distinguer les femelles dans certains genres. Le reste du thorax, appelé parfois synthorax, est formé du mésothorax et du métathorax (la suture qui sépare les deux parties est parfois à peine visible) avec un orifice respiratoire à contour arrondi, c'est le stigmate métathoracique (Robert 1963 ; Jourde 2005 ; Jourde & Gailedrat 2009).
- **Les pattes** : Elles ne sont que rarement utilisées pour la locomotion, mais souvent pour se percher ou s'accrocher aux végétaux et pour capturer des proies. Les pattes des libellules comprennent les parties que l'on rencontre dans tout insecte. Les hanches sont le plus souvent coniques ou globuleuses et sont en partie engagées dans une excavation de la région sternale du thorax. Le trochanter toujours peu développé permet le déplacement du fémur dans un plan antéro-postérieur. Le fémur et le tibia sont les parties les plus longues. L'un et l'autre portent le long de leur marge inférieure une ou deux rangées d'épines ou de soies ; ces soies sont longues près de l'articulation fémoro-tibiale et diminuent de longueur en approchant du tarse. Le tarse est formé de trois articles seulement et terminé par des griffes plus ou moins dentées. On note que chez certains genres, tels les *Platycnemis*, les tibias sont élargis et teintés de couleurs claires. Ils sont utilisés comme signal dans la communication interindividuelle (Robert 1963 ; Jourde 2005 ; Jourde & Gailedrat 2009).
 - **Les ailes** : Elles peuvent être hyalines ou teintées. Leur nervation, souvent caractéristique, est utilisée pour différencier les espèces. Il est essentiel de signaler que les ailes sont pourvues de cellules teintées dans la partie antérieure et apicale, appelée le ptérostigma. Il sert de régulateur d'inertie durant le vol. Coloré de façon différente selon les espèces, il est sans doute aussi utilisé par certaines espèces comme moyen de visualisation, voire de communication (Robert 1963 ; Jourde 2005 ; Jourde & Gailedrat 2009).
- ✓ **L'abdomen** : Il est allongé et cylindrique, mais, dans le groupe des Anisoptères surtout, il est fréquemment aplati dorso-ventralement. L'abdomen se compose de dix segments qui



varient beaucoup dans leur longueur respective. Le premier étant situé à la jonction avec le thorax, il est toujours court ; le second, légèrement plus long, est renflé et, chez les mâles, présente à la face ventrale des structures, les organes copulateurs, que l'on ne rencontre dans aucun autre groupe d'insectes. Ces structures sont fréquemment employées pour la distinction des espèces. Le troisième anneau, en général beaucoup plus allongé, montre chez les mâles d'Anisoptères, une constriction avant le milieu ; c'est que dans la partie antérieure se trouve la vésicule, sorte de renflement ventral auquel est relié le pénis. Les anneaux suivants sont généralement de longueur décroissante ; le dixième est toujours le plus court. Il est important de préciser que le huitième anneau chez le mâle porte les organes génitaux. Or, chez la femelle, les pièces génitales sont situées sous les huitième et neuvième segments. A l'extrémité du dixième segment se trouvent les appendices anaux composés d'une paire de cercoïdes et chez les mâles d'une paire de cerques chez les Zygoptères, ou d'une lame supra-anale chez les Anisoptères (Robert 1963 ; Jourde 2005 ; Jourde & Gailledrat 2009).

I. 6. 2. Morphologie de la larve

Les larves des odonates sont différentes selon le sous-ordre : les Zygoptères sont petites et allongées et portent trois longues lamelles (branchies anales) à l'extrémité de l'abdomen. Pour les Anisoptères, dont la taille est généralement plus importante, les lamelles sont très courtes et forment une pyramide (Ternois *et al.* 2005 ; Monnerat 1994). La partie inférieure de la tête présente la particularité de posséder un organe préhensile spécialisé pour la capture des proies appelé « labium » ou parfois encore « bras mentonnier ».

La figure 3 apporte une comparaison plus précise entre les larves des deux sous-ordres.

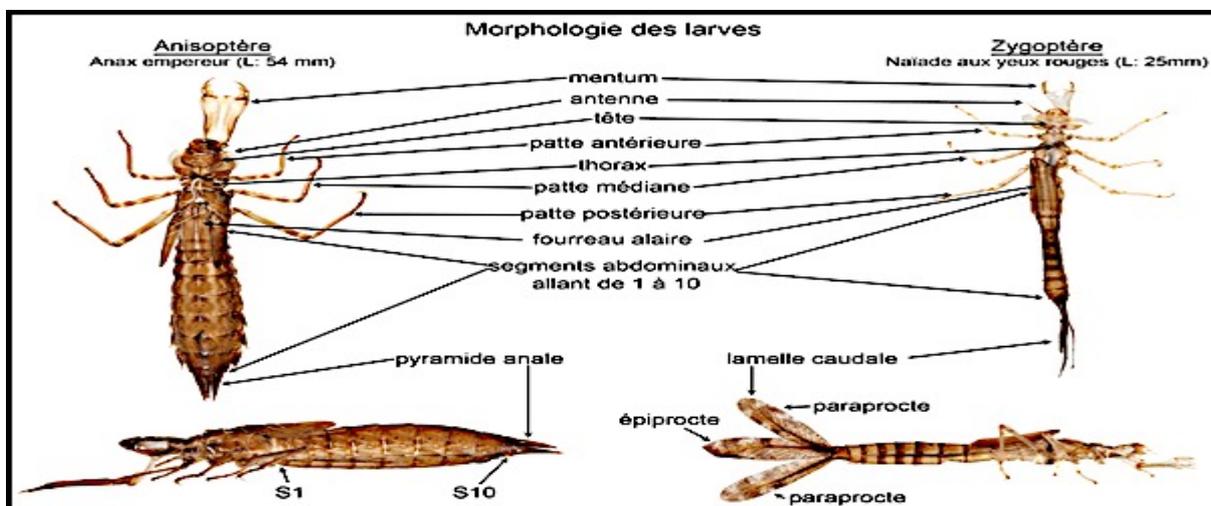


Figure 3 : Morphologie des larves Zygoptères et Anisoptères (source : http://www.poitou-charentes-nature.asso.fr/wp-content/uploads/2014/01/jpg_morpho_exuvies2.jpg 04-04-2019).



I. 7. Cycle de développement des odonates

Les odonates sont caractérisés par un cycle de vie passant par une phase aquatique et une phase terrestre ou plutôt aérienne (Le Dû & Lesparre 2014 ; Jourde 2010), tel que démontrée dans la figure 4. Pour certaines espèces, les larves peuvent vivre trois années dans l'eau avant de devenir des adultes. La durée de vie des adultes est relativement courte, quelques semaines ou quelques mois durant la belle saison (Le Dû & Lesparre 2014). Egalement, les odonates dépendent de la qualité des habitats liés à la présence d'eau douce (parfois saumâtre). Leurs habitats de développement peuvent se diviser en deux grandes catégories de milieux aquatiques : les milieux lenticules (eaux stagnantes) et les milieux lotiques (eaux courantes). Viennent ensuite d'autres éléments fondamentaux déterminant la présence des libellules tels que la permanence de l'eau, les végétations aquatiques et rivulaires et la chimie de l'eau. Chacun de ces grands types de milieux renferme donc plusieurs formes d'habitats (rivières, ruisseaux, sources, mares, étangs...) qui constituent chacun un ensemble de micro-habitats de développement favorables à différents cortèges d'odonates (Ternois *et al.* 2005).

La durée de l'incubation des œufs est assez variable en fonction des conditions environnementales, que ce soit d'une espèce à l'autre, ou bien au sein même d'une même espèce. Certaines libellules, adaptées aux conditions temporaires, peuvent éclore quelques jours seulement après la ponte (Jourde 2010).

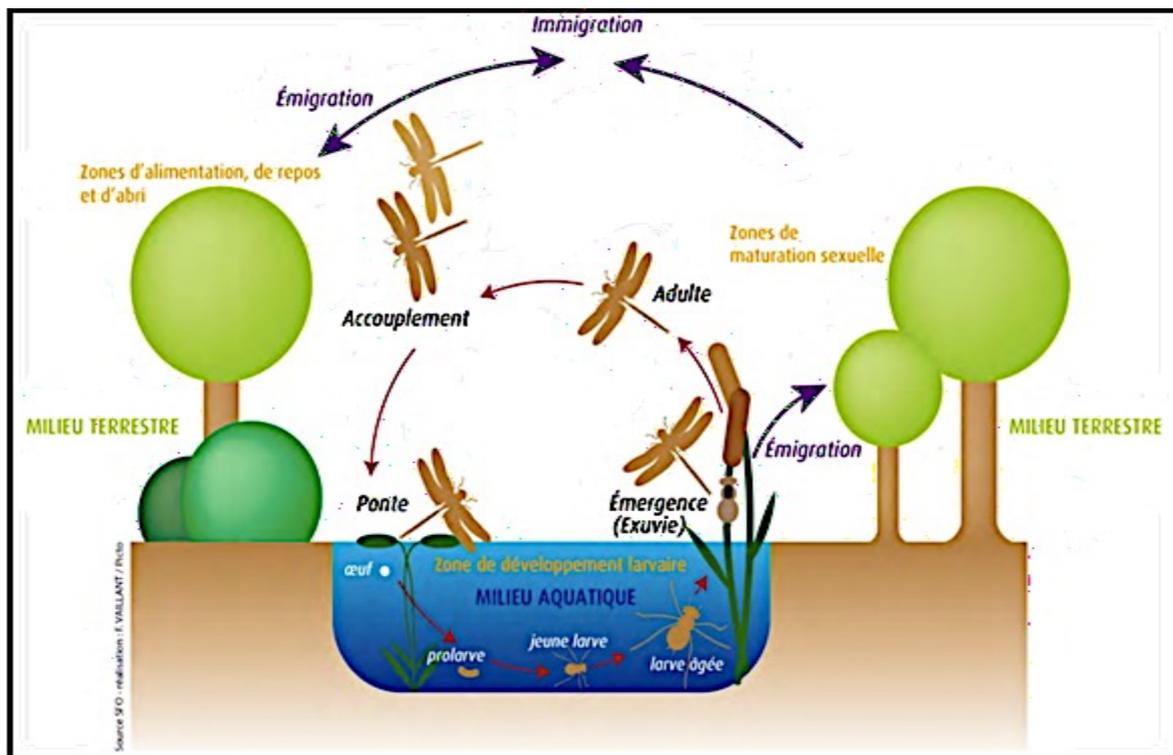


Figure 4 : Cycle de vie des odonates (Merlet & Itrac-Bruneau 2016).



I. 7. 1. Développement larvaire

Un environnement défavorable peut entraîner l'arrêt du développement de l'œuf, qui entre en diapause. Cette stratégie adaptative permet aux œufs de passer l'hiver dans un état de dormance. L'éclosion retardée permet aux fragiles larves de commencer leur croissance alors que l'eau se réchauffe et que les proies se font plus abondantes. La période d'incubation peut dès lors se compter en mois. A noter également que la proportion d'œufs entrant en diapause durant l'hiver augmente à mesure que la ponte est tardive (Jourde 2010).

Après le développement embryonnaire, éclot une larve primaire ou prolarve quasiment immobile qui va rapidement muer pour se transformer en larve mobile (Hansruedi & Daniel 2009). La larve a une coloration gris-verdâtre permettant à l'animal de se confondre dans la végétation ou son milieu environnant : vase, sable, La vie larvaire dure, selon l'espèce et les conditions écologiques, de deux mois à cinq ans. Dans l'eau, la larve subit plusieurs mues successives. Il s'avère que le développement larvaire des odonates répond à un principe simple : plus l'eau est chaude et riche en nutriments, plus les larves se développent rapidement. Au contraire, plus l'eau est pauvre et froide, moins vite les larves atteindront leur dernier stade de croissance (Jourde 2010).

Au fil de son développement, la larve gagne en taille et en complexité pour finalement aboutir à un insecte prêt à quitter le milieu aquatique et à conquérir les airs (Jourde 2010).

I. 7. 2. Développement de l'adulte

Après une lente métamorphose interne, la larve de l'odonate sortira de l'eau pour subir la mue imaginale ou émergence qui libérera l'insecte adulte, l'imago (Hansruedi & Daniel 2009). Solidement agrippée, l'enveloppe de la larve commence par se fendre au niveau du thorax. L'insecte sort alors la tête puis les pattes pour pouvoir saisir l'enveloppe larvaire (exuvie). Puis c'est au tour de l'abdomen. Initialement recroquevillée dans l'enveloppe larvaire, la libellule mettra plusieurs minutes avant d'atteindre son aspect définitif. Les ailes chiffonnées se déploient progressivement, réchauffées par les rayons du soleil. Lorsque les ailes seront durcies, l'imago pourra alors s'envoler (Jourde 2010).

Cette métamorphose qui transformera la larve en imago implique de multiples transformations physiologiques et morphologiques. Pour l'insecte, il s'agit notamment de passer d'une respiration aquatique à une respiration aérienne, de maîtriser le vol, d'adopter un comportement social devant favoriser la reproduction de l'espèce. La face change aussi assez radicalement. Le bras mentonnier des larves disparaît laissant apparaître les puissantes mandibules (Jourde 2010).



Après l'émergence, s'en suit la période de maturation de quelques jours, durant laquelle les odonates adultes terminent les transformations physiologiques qui leur permettront d'atteindre la maturité. Il n'est pas rare que les insectes s'écartent, parfois à grande distance, de leurs sites de reproduction (Jourde 2010). Les adultes ont besoin, outre de proies, de perchoirs et d'abris que la végétation environnante peut leur fournir. Plus celle-ci sera variée, plus elle pourra satisfaire aux besoins d'aires de repos ou de refuge, de nourrissage, de surveillance ou d'accouplement. En fonction des exigences comportementales des espèces, il est possible de leur associer des habitats caractéristiques. Les odonatologues se servent de ces habitats pour orienter leurs recherches sur le terrain (Merlet & Itac-Bruneau 2016).

I. 7. 3. L'accouplement et la ponte

Chez de nombreuses espèces, l'accouplement se fait immédiatement après la capture d'une femelle par un mâle. Ce dernier doit saisir la femelle grâce à ses appendices anaux, au niveau de la tête ou du thorax selon les espèces. Chaque libellule développe son propre système d'accroche, qui évite le plus souvent les tentatives d'accouplement entre espèces différentes. Les deux insectes forment alors un tandem (fig. 5).

Les pièces copulatrices du mâle sont situées sur le deuxième segment abdominal mais ses organes génitaux se localisent sous le neuvième (fig. 5). Avant toute copulation, le mâle doit donc effectuer en vol un transfert de sa semence tout en maintenant sa compagne. La femelle qui accepte l'accouplement replie son abdomen vers l'avant et, avec l'aide du mâle qui la ramène sous lui, les deux partenaires mettent en contacts leurs pièces copulatrices. L'accouplement peut se faire entièrement en vol, notamment chez les Libellulidés, mais la plupart des espèces préfèrent se poser. Les partenaires accouplés forment le cœur copulatoire. L'accouplement peut être très bref (quelques secondes), quand il n'y a que transfert de sperme. Il peut être long et prendre plusieurs heures quand le mâle nettoie la cavité spermatique de la femelle avant d'y introduire sa semence. A l'aide de sortes de petits plumeaux, il élimine le sperme d'éventuels prédécesseurs et accroît ainsi ses propres chances de paternité (Jourde 2010).

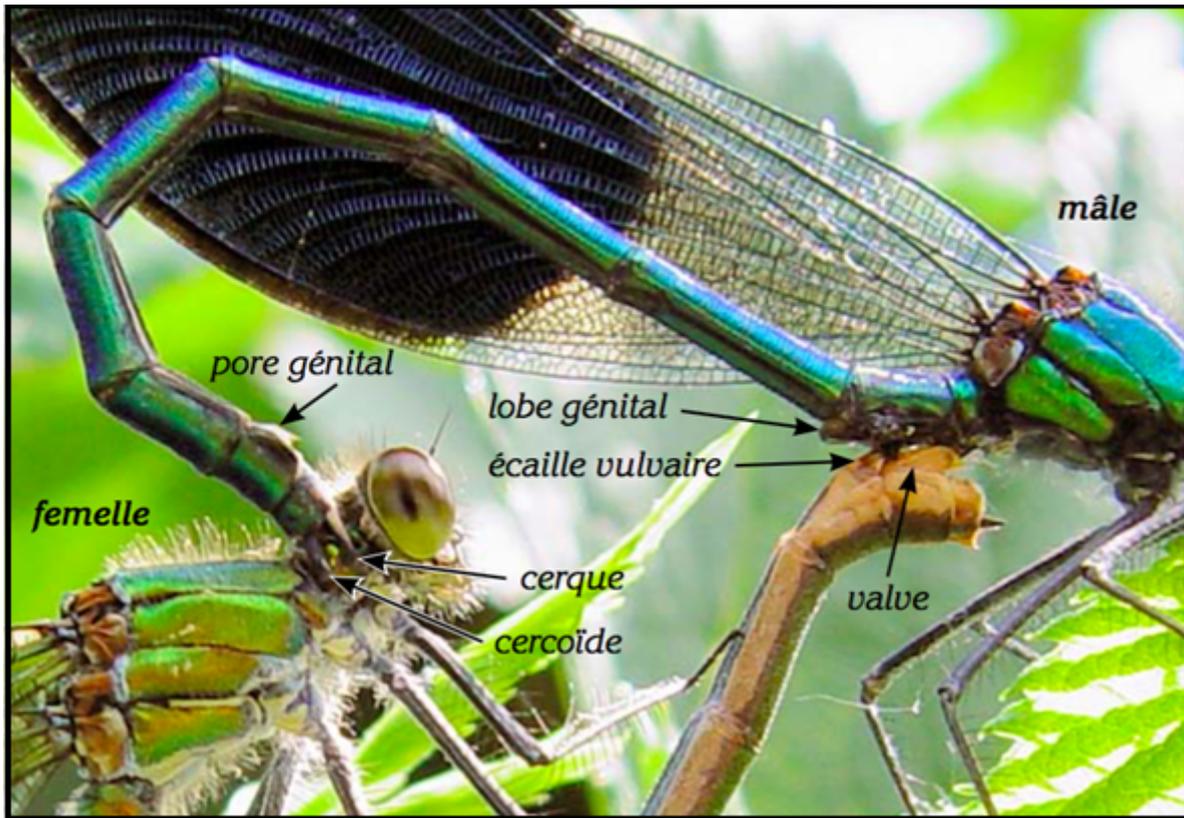


Figure 5 : *Calopteryx splendens* en cœur copulatoire, structures intervenant dans l'accouplement (Graf 2011).

Les œufs sont déposés par les femelles soit directement dans l'eau, soit dans la vase ou dans un tissu végétal (Le Dû & Lesparre 2014). On compte ainsi trois différents types de ponte : endophytique (à l'intérieur d'une plante), épiphytique (sur la surface d'une plante), et exophytique (sur l'eau ou la terre). En général, les œufs de type endophytique sont typiquement plus allongés, alors que ceux qui sont pondus dans une tige de plante ou à la surface de l'eau ou sous terre sont plus ovales à sous-sphériques. Le nombre d'œufs pondus peut atteindre 1500, et une femelle peut produire plusieurs milliers d'œufs pendant son cycle biologique. Les œufs éclosent 7 à 8 jours après la ponte, comme aussi l'éclosion peut être délayée de 80 jours, voire 360 jours (Bybee 2005).

I. 8. Les odonates dans la chaîne trophique

Les odonates jouent un rôle vital en tant que prédateurs et proies, contribuent de manière significative à la biomasse de l'écosystème (Donald & Amanda 2012 ; Kutcher & Bried 2014). La larve comme l'imago sont de puissants prédateurs (Le Dû & Lesparre 2014 ; Jourde 2010). Les larves se nourrissent de petits organismes aquatiques, de poissons et de têtards, qu'elles capturent. Les adultes ailés sont aussi des carnivores qui capturent des proies vivantes



en vol, tels que les moustiques, les papillons et d'autres insectes ailés associés à la végétation des habitats aquatiques, et parfois même d'autres libellules (Le Dû & Lesparre 2014 ; Jourde 2010 ; Donald & Amanda 2012). Leurs yeux composés, montés sur une tête très mobile, leur permettent de voir dans toutes les directions. Avec en plus des qualités de vol exceptionnelles, cela transforme ces insectes en redoutables chasseurs (Le Dû & Lesparre 2014).

Aussi bien à l'état larvaire qu'au stade adulte, les odonates ont de nombreux ennemis et prédateurs, mais ils sont particulièrement vulnérables au moment de l'émergence des adultes (Le Dû & Lesparre 2014). Les odonates associés à la végétation des lacs, des étangs et des ruisseaux fournissent donc une quantité non négligeable de biomasse aux organismes aquatiques et habitats terrestres (Donald & Amanda 2012).

Les poissons peuvent aussi bien capturer des larves que des adultes, au moment de la ponte par exemple (Le Dû & Lesparre 2014). Il est fréquent de voir des poissons se rassembler sous les sites de ponte pour collecter les œufs, à mesure que les femelles les déposent. Les larves sont souvent prédatées par des coléoptères et des hémiptères aquatiques (Jourde 2010). Les grenouilles et les oiseaux aquatiques (hérons, chevaliers ou canards) sont eux aussi d'importants prédateurs. Il n'est pas rare de trouver des libellules piégées par les toiles tendues par les araignées dans les roselières (Le Dû & Lesparre 2014).

Egalement, les odonates sont soumis à la pression des parasites à tous leurs stades de développement. De petits hyménoptères, essentiellement des Chalcidoïdés, pondent directement dans les œufs de libellules à ponte endophytique, que leur larve dévore, d'autres vivent en prélevant l'hémolymphe des imagos, et d'autres parasites, espèces commensales, s'installent dans les poils des libellules, et s'invitent au repas des odonates quand elles viennent de capturer une proie (Jourde 2010).

I. 9. Intérêt d'étudier les odonates

Groupe d'insectes prédateurs autant à l'état larvaire qu'à l'état adulte, les odonates sont, à plusieurs égards, des éléments importants de la chaîne alimentaire. Tributaires des milieux humides pour effectuer leur cycle vital, et sensibles aux conditions du site de reproduction et de la zone terrestre environnante et aux perturbations anthropiques, ils peuvent servir comme des bioindicateurs utiles pour les écosystèmes aquatiques et de zones humides. Ils contiennent un nombre important d'espèces pour une utilisation pratique (Perron et *al.* 2005 ; Kutcher & Bried 2014).

Les odonates sont déjà établis en tant qu'organismes focaux pour la conservation des eaux douces, et en tant que bons indicateurs de la valeur du site et de la qualité de l'habitat pour les



CHAPITRE I _ _ _ SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LES ODONATES

étangs, les lacs, les rivières et les ruisseaux. Leur présence dans les habitats aquatiques et terrestres a été liée à la santé de l'écosystème (Kutcher & Bried 2014 ; Donald & Amanda 2012).

Les odonates peuvent être également utilisés comme indicateurs du changement climatique mondial (Simaika & Samways 2009), puisqu'ils réagissent facilement, via une dispersion active, aux modifications hydrologiques, sont sensibles à la dégradation de la qualité de l'eau et sont directement liés à la composition et à la structure de la végétation (Donald & Amanda 2012 ; Lebrasseur 2013 ; Kutcher & Bried 2014). Ils sont ainsi un excellent sujet d'étude pour vérifier le réchauffement de notre planète (Grand 2009).



CHPITRE II :

Etude régionale



Une bonne connaissance de la situation géographique, du milieu physique et des conditions climatiques d'une région d'étude permet de mieux appréhender les facteurs influençant la prolifération, le développement et la distribution d'une population animale donnée. Comme nous l'avons signalé dans le premier chapitre, les odonates sont tributaires au climat, à la richesse et la diversité en zones humides de la région, ainsi qu'aux actions anthropiques pouvant basculer l'équilibre de l'écosystème en faveur ou au détriment du peuplement odonatologique. L'étude régionale abordée dans ce chapitre relève d'une grande importance.

II. 1. Situation géographique

La Wilaya de Bejaia (fig. 6), d'une superficie de 3 223,5 Km², est une région côtière du Centre-Est d'Algérie, insérée entre les grands massifs du Djurdjura, des Bibans et des Babors, et s'ouvrant sur la mer méditerranée avec une façade maritime de plus de 100 Kms. Elle est distante de 181 km de la capitale Alger, à 93 km de Tizi Ouzou, 81,5 km de Bordj Bou Arréridj, 70 km de Sétif et de 61 km de Jijel. Les coordonnées géographiques au point central de son chef-lieu sont 36° 45' 00" N et 5° 04' 00" E (A.S.W.B., 1999). Bejaia est limitée :

- ✓ Au Nord par la mer Méditerranée ;
- ✓ À l'Est par la wilaya de Jijel ;
- ✓ Au Sud par les wilayas de Sétif et Bordj-Bou-Arreridj ;
- ✓ À l'Ouest par les wilayas de Tizi Ouzou et Bouira.

Hormis la plaine de la Soummam, la physionomie de cette région est caractérisée par une prédominance de montagnes dont les pentes excèdent 25% pour 82% de la superficie globale et dont les altitudes variaient entre le niveau de la mer et 1600 m avec une moyenne ne dépassant pas 600 m (B.N.D.R. 1980).

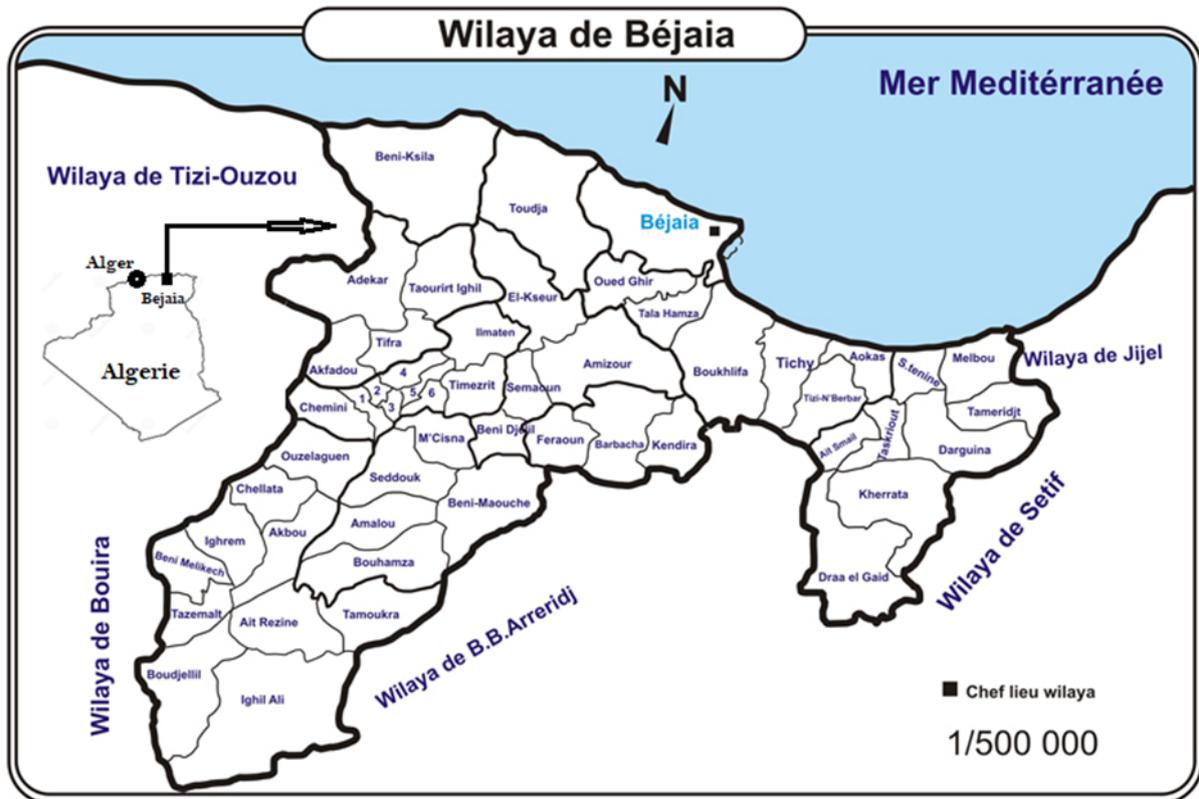


Figure 6 : Situation géographique de la Wilaya de Bejaia (Rokh 2017).

II. 2. Réseau hydrographique de la Wilaya de Bejaia

Faisant partie d'une région assez arrosée, la Wilaya de Bejaia est traversée par plusieurs Oueds drainant les eaux superficielles de ruissellement vers la mer (fig. 7). Les plus importants sont : oued Soummam, oued Aguerioune, oued Zitouna, oued Djemaa et oued Dass. Notons que le premier oued (O. Soummam) est l'un des plus grands cours d'eau d'Algérie qui résulte de la jonction en amont d'Akbou de deux oueds aussi importants : l'oued Sahel provenant de Bouira, occupant une superficie de 3750 km², et l'oued Bousselam provenant de Sétif, d'une superficie de 4500 km². L'oued Soummam, occupant une superficie de 950 km², un lit de 80 km de long est drainé à son tour par huit principaux oueds à s'avoir : Oued Imoula ; Oued Ighzer Amekrane ; Oued Rmila ; Oued El-Kseur et Oued Ghir par sa rive gauche. Dans sa rive droite, on trouve : Oued Seddouk ; Oued Amassine et Oued Amizour (D.P.A.T. 2004). Il est à signaler que oued Soummam est classé comme zone humide d'importance internationale dans le cadre de la convention de Ramsar 2012, et reconnu officiellement comme zone humide protégée par arrêté du wali de Bejaia en 2013.

La Wilaya de Bejaia est également parsemée de marais et lagunes (marais de Tamelaht), de lacs (lac Mezaia et Talla merkha), ainsi que de mares temporaires de haute montagne d'Adekar (Agoulmime Avarken) et du massif forestier de l'Akfadou (Agoulmime Ouroufel, A. Ikher, A.



Alsus et A. Tala Guizane). Elle dispose aussi d'une dizaine de retenues collinaires, et de deux barrages à savoir : Ighile Emda à Kherrata et Tichy Haf à Bouhamza. Ce dernier constitue le site choisi pour notre étude.

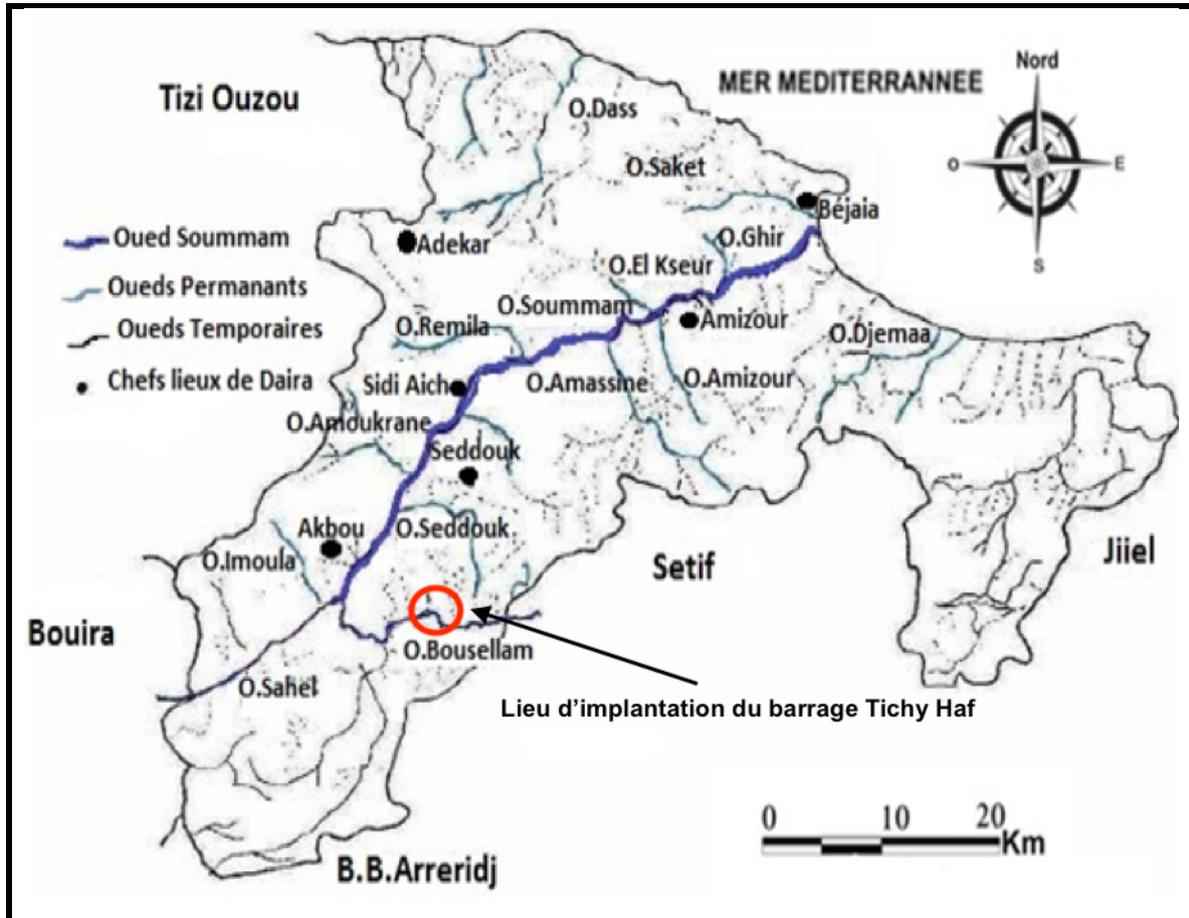


Figure 7 : Réseau hydrographie de la Wilaya de Bejaia (Rokh 2017).

II. 3. Situation climatique

Le climat est un facteur principal qui agit directement sur le contrôle et la distribution des êtres vivants et la dynamique des écosystèmes (Dajoz 2003). Pour cela, il est essentiel d'étudier les principaux facteurs climatiques, à savoir la température, les précipitations, l'humidité de l'aire et le régime des vents.

Notons par ailleurs, que les données utilisées pour caractériser l'état climatique de notre région d'étude émanent de l'S.M.B. (station météorologique de la wilaya de Bejaia).

Comme toutes les régions du littoral algérien, Bejaia bénéficie d'un climat tempéré avec un hiver doux caractéristique des zones méditerranéennes. Il faut rappeler que le climat de la Wilaya de Bejaia varie d'une zone à une autre.



Benhamiche (1997), décrit trois étages bioclimatiques distingués, allant du littoral vers les zones d'intérieur :

- ✓ Etage humide, sur le bassin versant nord avec des précipitations supérieures à 900 mm par an,
- ✓ Etage sub-humide entre El Kseur et Sidi Aich, avec une pluviométrie moyenne de 600 à 900 mm par an,
- ✓ Etage semi-aride, le long de la vallée de Sidi Aich à Tazmalt, avec une pluviométrie relativement faible allant de 400 à 600 mm par an, et des températures légèrement plus élevées allant de 26 à 30°C.

II. 3. 1. Température

Les insectes sont directement sensibles à la température qui est en partie responsable des modifications constatées du calendrier annuel de leur cycle de vie (Lavorel et *al.* 2017). Certaines gammes thermiques sont plus favorables que d'autres pour la mise en place des insectes, leur développement et leurs activités. Si l'on s'intéresse aux types d'activités, la locomotion des insectes est un premier aspect fortement impacté : la vitesse de locomotion terrestre et aérienne dépend alors fortement de la température (Pernet 2015).

Sur la base des données communiquées par la station météorologique de l'aéroport de Bejaia, le tableau I décrit les températures moyennes minimales, et les températures moyennes maximales mensuelles de la période allant du 2008 à 2018.

Tableau I : Températures mensuelles minimales, maximales et moyennes exprimées en degrés Celsius (°C.) dans la région de Bejaia (2008-2018) (S. M. B. 2018).

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
M °C	17,2	17,2	19,1	21,3	23,6	27	30,2	30,9	28,6	26,3	21,7	18,3
m °C	7,6	7,6	9,1	11,2	14,2	17,9	21	21,6	19,5	16,5	12,1	8,7
M+m/2	12,4	12,4	14,1	16,25	18,9	22,45	25,6	26,25	24,05	21,4	16,9	13,5

- ✓ M : la moyenne mensuelle des températures maximales ;
- ✓ m : la moyenne mensuelle des températures minimales ;
- ✓ M+m /2 : la moyenne mensuelle des températures maximales et minimales.



La température annuelle moyenne à Bejaia est de 18,68°C. Les mois les plus froids sont Janvier et Février avec une température moyenne de 12,4°C. Par contre les mois les plus chauds sont Juillet avec 25,6°C, et Août avec 26,25°C.

II. 3. 2. Pluviométrie

Le cycle de vie des odonates est étroitement lié à la présence de l'eau, sous ces deux formes stagnantes ou courante (milieux lenticules ou milieux lotiques). Et puisque les précipitations constituent une source importante de l'eau, l'analyse des données relatives à la pluviométrie dans la Wilaya de Bejaia est indispensable.

Les valeurs moyennes mensuelles des précipitations de la région de Bejaia durant la décade (2008-2018) sont représentées dans le tableau II ci-dessous.

Tableau II : Moyennes mensuelles des précipitations en (mm) dans la région de Bejaia de (2008-2018) (S.M.B. 2018).

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Total Moyenne annuelle
P (mm)	113,2	116	93,8	55,6	46,56	17,7	3,02	18,71	58	66,5	110	99	798,09

La région de Bejaia reçoit en moyenne 798,09 mm de pluie par an. Durant cette période, ce sont les mois de Janvier (113.2 mm), Février (116 mm) et de Novembre (110 mm) qui sont les plus pluvieux. Les faibles précipitations sont notées en période estivale, surtout en mois de Juin, avec seulement 3,02 mm (Tab. II).

II. 3. 3. L'humidité relative

Ramade (1984), signale que la variation des rythmes quotidiens et saisonnières de l'hygrométrie atmosphérique joue un rôle très important dans l'écologie des organismes terrestres, et dans les écosystèmes continentaux.

L'humidité présente dans l'atmosphère varie peu dans la région de Bejaia. Les valeurs moyennes fluctuent autour de 75 % et attestent de l'influence du milieu marin (S. M. B. 2018).



II. 3. 4. Vent

D'après Dajoz (1985), le vent a une action indirecte sur les communautés des invertébrés terrestres, l'action la plus importante réside dans la dispersion des animaux.

Le relief de djebel Gouraya et la vallée de Soummam influent sur le régime des vents dans la région de Bejaïa. Elle reçoit dans la majorité du temps des vents modérés qui soufflent du nord-est vers le sud-ouest. Il est à noter que les vents assez forts soufflent durant certaines journées entre janvier et avril, ce qui rend difficile l'échantillonnage de certains invertébrés surtout les libellules. Le sirocco, vent chaud et sec, se manifeste en moyenne pendant 20 à 27 jours par an, notamment au cours des mois de juillet et d'août et quelque fois même durant le printemps entre avril et juin. Il est moins fréquent durant ces dernières années (S. M. B. 2018).

II. 4. Synthèse bioclimatique

La synthèse des données climatiques est effectuée par plusieurs indices climatiques, les plus utilisés en région méditerranéenne sont : Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen et le quotient pluviométrique d'Emberger.

II. 4. 1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

Bagnouls et Gaussen ont établi des diagrammes ombrothermiques pour évaluer la durée et l'importance de la saison sèche pendant l'année. Ce sont des diagrammes conventionnels sur lequel figure le rythme annuel des températures et des précipitations. Le diagramme permet de définir les mois secs. Il est conçu de telle sorte que l'échelle de la pluviométrie (P), exprimée en millimètres, est égale au double de celle de la température moyenne mensuelle (T) exprimée en degré Celsius (Dajoz 2000) : $(P = 2 T)$. Un mois est considéré comme sec lorsque le total des précipitations P, exprimé en mm, est égal ou inférieur au double de la température moyenne T, du mois, exprimée en degré centigrade. Ce diagramme est obtenu par un graphique où les mois de l'année sont en abscisse, les précipitations moyennes mensuelles (P en mm), en ordonnée de gauche, les températures (T en degrés centigrades), en ordonnée de droite et à une échelle double. La période sèche s'individualise lorsque la courbe des précipitations passe sous celle des températures, c'est à dire lorsque $P < 2T$.

Le diagramme ombrothermique obtenu dans la région de Bejaïa fait apparaître nettement la saison sèche qui s'étend sur quatre (04) mois. Elle s'étale du début du mois de Mai jusqu'à la fin du mois d'Août. Par contre la saison humide s'étend du mois de Septembre jusqu'à la fin du mois d'Avril (fig. 8).

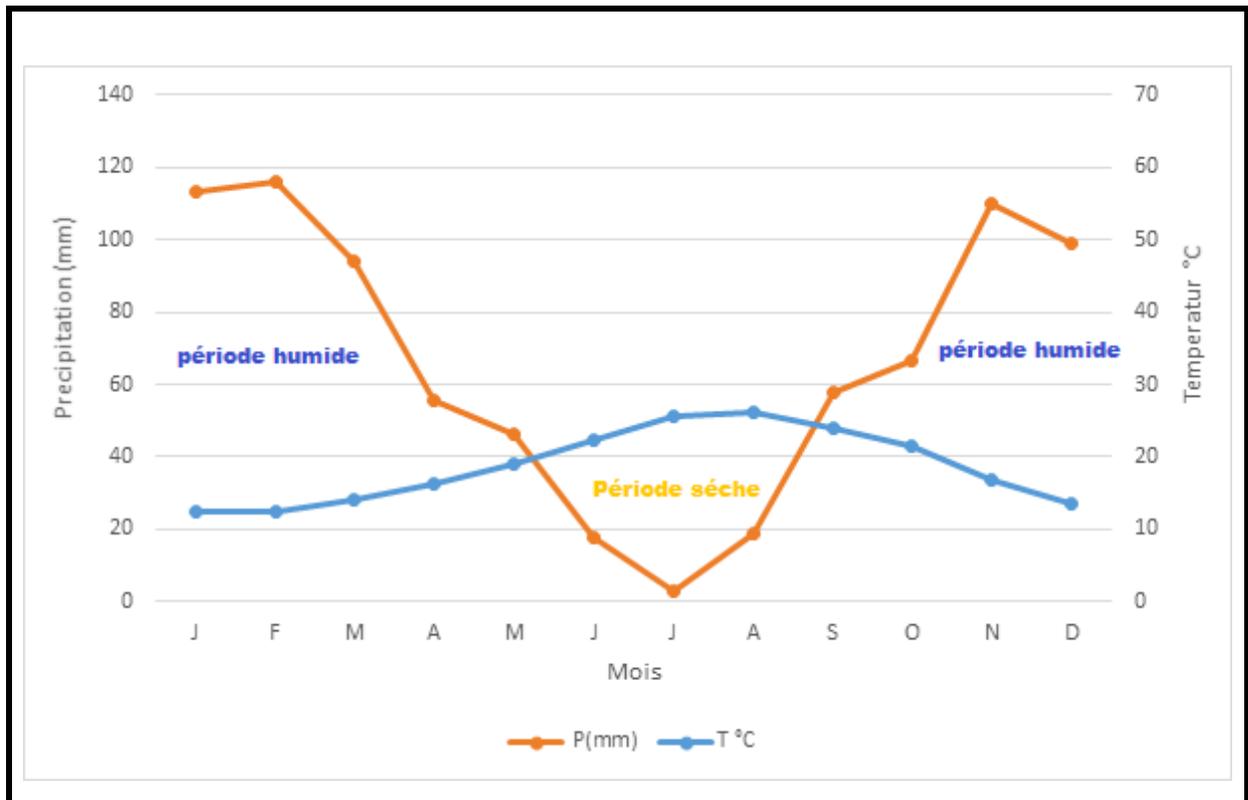


Figure 8 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la Wilaya de Bejaia (2008-2018).

II. 4. 2. Quotient pluviothermique d'Emberger

Le quotient pluviothermique (Q2) permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une région méditerranéenne et de la situer dans le climagramme d'Emberger. C'est un quotient qui est fonction de la température moyenne maximale (M) du mois le plus chaud, de la température moyenne minimale (m) du mois le plus froid et de la pluviosité moyenne annuelle (P) en mm. Ce quotient est d'autant plus élevé que le climat de la région est humide. Le quotient initial d'Emberger est défini par la formule suivante :

$$Q2 = \frac{1000P}{\frac{M + m}{2} - (M - m)}$$

P : précipitation annuelles exprimées en mm.

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

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



Ce quotient a été adapté au climat du territoire nord-africain (Maroc, Algérie et Tunisie). La formule donnant le quotient d'Emberger modifié par Stewart est la suivante :

$$Q2 = 3,43 P / M - m$$

A partir des chiffres portés dans les tableaux I et II, on peut calculer le Q2 de la Wilaya de Bejaia :

$P = 798,09 \text{ mm}$	$M = 30,9^\circ\text{C}$	$m = 7,6^\circ\text{C}$
-------------------------	--------------------------	-------------------------

$$Q2 = 3,43 \times 798,9 / 30,9 - 7,6 = 117,487.$$

La valeur du quotient pluviométrique d'Emberger (**Q2**) de la Wilaya de Bejaia calculé sur la période allant du 2008 à 2018 est de **117,48**. La température moyenne des minimas (**m**) des mois les plus froids est égale à **7,6 °C**. En rapportant ces deux dernières valeurs sur le climagramme d'Emberger, on constate que la région du Bejaia se situe dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver chaud (fig. 9).

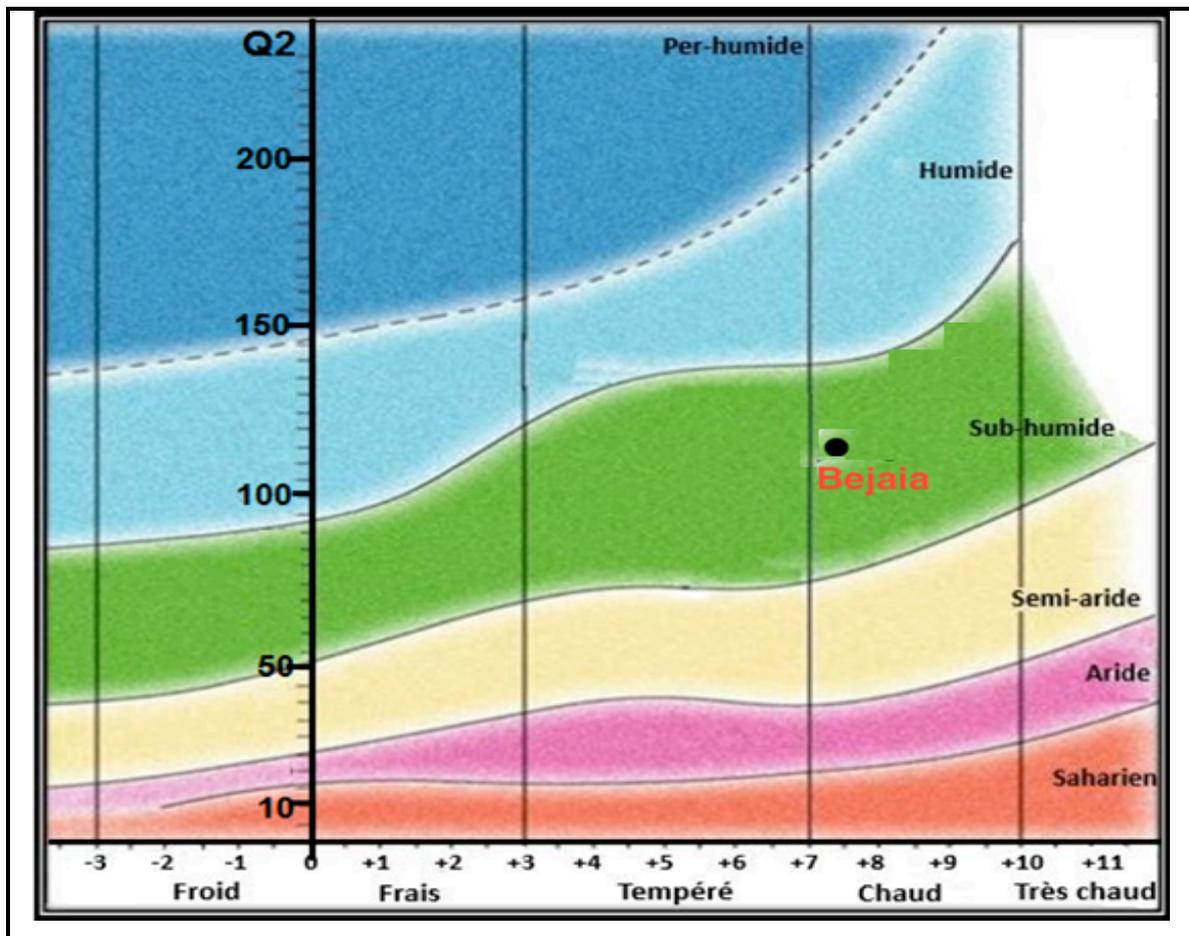


Figure 9 : Place de Bejaia dans le climagramme d'Emberger (2008-2018).



CHPITRE III :

Matériel et méthode



Dans ce présent chapitre nous décrivons succinctement nos stations d'étude, le matériel et le protocole de recensement des odonates, ainsi que les indices écologiques utilisés pour caractériser la faune odonatologique inféodée à ces milieux humides.

III. 1. Localisation et caractéristiques des stations d'étude

Cette présente étude a été conduite sur l'oued Bousselam et le barrage de Tichy Haf. Nous avons choisi trois stations. La première station (S1) se trouve en amont d'oued, la deuxième (S2) dans la rive nord du barrage, et la troisième (S3) se situe en aval de cet oued. A travers ce choix, nous essayons de démontrer l'impact de cette infrastructure hydraulique sur le peuplement odonatologique de ce cours d'eau. Ces trois stations se localisent dans la Commune de Bouhamza, au Sud-Est de Bejaia. Leurs caractéristiques sont consignées dans le tableau III.

Tableau III : Caractéristiques et les coordonnées des trois stations.

Stations	Code	Localité	Type	Longitude	Latitude	Altitude	T°C de l'eau	PH	Oxygène dissous	Vitesse d'écoulement
Amont	S1	Tansaout	Lotique	36°25'60"N	4°43'41"E	325	19,2	8,73	21,5%	1,4 m/s
Retenue	S2	Bouhamza	Lentique	36°25'8"N	4°41'58"E	300	22,77	8,75	16,5%	0
Aval	S3	Sahel	Lotique	36°25'15"N	4°37'9"E	250	19,57	8,68	34,6%	2,66 m/s

III. 1. 1. Station Tansaout (S1)

Cette station (photo 1) se trouve en amont du barrage, elle constitue l'habitat naturel des odonates avant la construction de cette infrastructure.



Photo : Station 1 « amont », en amont direct du barrage (milieux lotiques).



III. 1. 2. Barrage Tichy Haf (S2)

Cet ouvrage hydraulique (photo 2) s'inscrit dans le cadre de la planification hydraulique de la Soummam. Sa réalisation a débuté dans la fin des années 1990 par l'entreprise Hydrotechnika (Ex Yougoslavie), puis confié à l'entreprise COSIDER des Travaux Publics qui a fini les travaux en 2008. La mise en service de cette infrastructure de base était en 2009. Ce barrage se situe à 10 Km au Sud-Est de la vallée de la Soummam, près du village de Mahfouda, Commune de Bouhamza, Daïra de Seddouk sur l'oued Bousselam. La capacité utile de la retenue est de 75 millions de m³, et le volume régularisable est de 150 millions de m³/an. Ce barrage est destiné à satisfaire l'alimentation en eau potable et industrielle des agglomérations situées sur le couloir Akbou-Béjaia (47 million de m³ par an), les Communes des Wilayas de Sétif et Bordj Bou Arreridj limitrophes à la Commune de Bouhamza ; l'irrigation des périmètres du Sahel (6400 hectares) et de la haute Soummam (43 millions de m³ par an) ; et l'écrêtement des crues de l'oued Bousselam et par la même occasion les réduire dans la vallée de la Soummam (A.N.B.T. 2019).

Ce barrage est de type voûte, avec vidange de fond, prise d'eau et évacuation de crues secondaire incorporé. Il est composé de (A.N.B.T. 2019) :

- ✓ Un évacuateur de crues à seuil libre ;
- ✓ Une digue de col en béton compacté au rouleau ;
- ✓ Un voile d'injection ;
- ✓ Une galerie d'adduction avec une chambre de vannes ;
- ✓ Une galerie de dérivation provisoire ;
- ✓ Un système de galeries d'injection et de drainage ;
- ✓ Des équipements hydromécaniques ;
- ✓ Lot de matériel et d'appareillages d'auscultation ;
- ✓ Un système de dévasement.



Photo 2 : Station 2 « retenue » à la rive droite du barrage (milieux lentiques).

III. 1. 3. Station Sahel (S3)

En aval, on trouve la troisième station (photo 3), juste après le barrage. Elle représente la continuité de l'oued Bousselam qui rejoint l'oued Soummam. Cette station reçoit principalement des eaux du trop-plein, ou celles venues des opérations périodiques de vidange.



Photo 3 : Station 3 « aval », juste après le barrage (milieux lotiques).

Il est essentiel de préciser que les trois stations se trouvent sur le même couloir (fig. 10), et éloignées les unes aux autres comme suit : 2,5 km entre (S1) « amont » et (S2) « retenue », 7km entre (S2) « retenue » et (S3) « aval ».

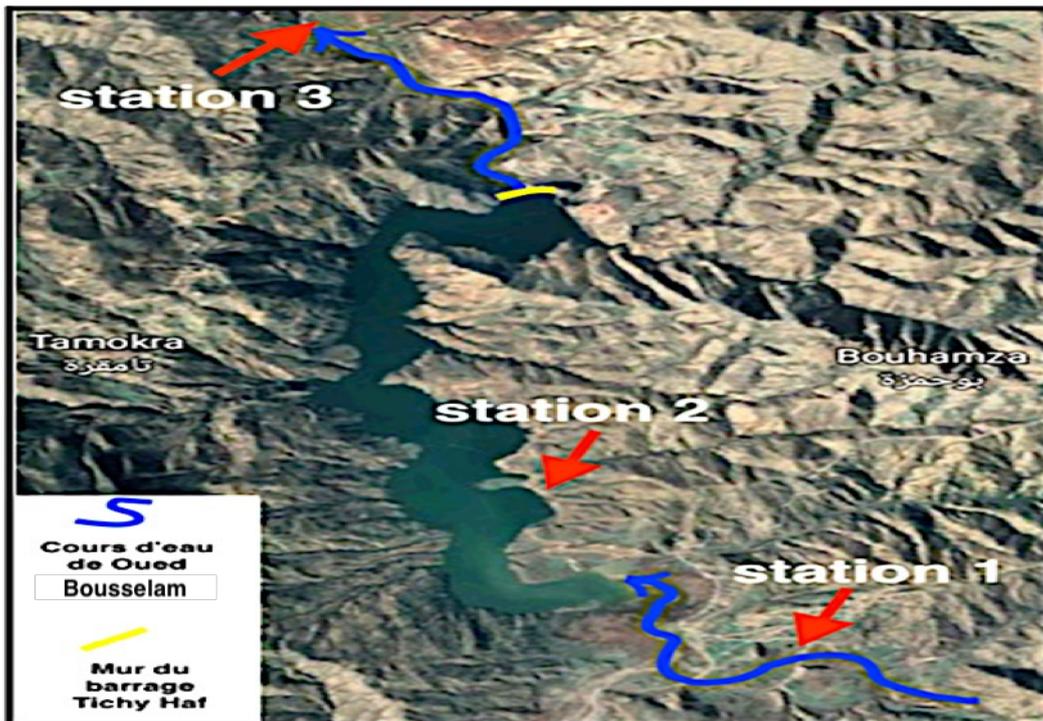


Figure 10 : Situation géographique des trois stations (source : Google Earth©)

III. 2. Matériel

L'étude des odonates sur le terrain nécessite inéluctablement le port d'une tenue vestimentaire appropriée, et d'une paire de chaussure adéquate, qui nous permettent d'avoir des mouvements libres et une aisance lors des séances d'observation et de la capture. Outre le carnet de terrain et la fiche de relevé odonatologique (annexe I) sur lesquels nous y inscrivons les informations relatives aux espèces des odonates observés, certains outils sont indispensables notamment pour la capture des imagos.

III. 2. 1. Filet entomologique

Il existe une multitude de filet entomologique dans les commerces. C'est un manche métallique (aluminium) creux, d'un à deux mètres, avec à l'extrémité un cercle de la même matière de 30 à 50 cm de diamètre, pourvu d'une poche suffisamment profonde, translucide à petites mailles, le plus souvent en nylon ou en polyester. Ce filet (photo 4) sert à capturer les odonates adultes en vol ou posés sur une végétation, tout en faisant attention à ne pas abimer le corps des insectes.



Photo 4 : Filet entomologique.

III. 3. 2. Loupe aplanétique

C'est une petite loupe de poche peu encombrante (photo 5), se replie dans un étui protecteur. Elle est très utile pour contrôler in situ, et après capture, les critères fins de certains individus d'identification délicate. Les grossissements utiles à l'observateur vont de 8 X à 20 X.



Photo 5 : Loupe aplanétique.

III. 3. 3. Guide d'identification

Lors des différentes sorties sur terrain, il est absolument nécessaire de se muner d'un guide d'identification des odonates (photo 6), tel que le Guide des Libellules d'Europe et d'Afrique du Nord pour D'Aguilar & Dommanget (1998). Même si avec l'expérience on arrive rapidement à reconnaître de plus en plus d'espèces, ce genre d'ouvrage reste tout de même très utile. Nous ne pouvons prévoir quelle espèce nous allons rencontrer ou capturer, il est donc



préférable de posséder des ouvrages aussi complets que possible englobant un territoire plus vaste que celui étudié.



Photo 6 : Guide d'identification.

III. 3. 4. Paire de jumelle

Il n'est pas toujours évident de réussir à capturer les odonates en utilisant le filet entomologique, de temps plus que ces insectes sont très avertis et tentent constamment de fuir leurs prédateurs. Il est donc préférable de se doter d'une paire de jumelle à mise au point rapprochée (photo 7). Cet outil permet dans certains cas d'assurer la reconnaissance de l'individu observé (surtout lorsqu'il est posé), et il est utile pour observer les mouvements et autres comportements de ces insectes.



Photo 7 : Paire de jumelle.

III. 3. 5. Appareil photo numérique

Pour tout travail scientifique, les photos prises sur les sites de prospection constituent un solide support pédagogique. Un appareil photo adapté à la prise de vue rapprochée (photo 8), peut



être d'une grande aide. 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.



Photo 8 : Appareil photo numérique.

III. 3. 6. Boîte de récolte

L'identification des espèces d'odonate n'est pas du tout une mission facile. Parfois un examen minutieux avec une loupe binoculaire et des clés de détermination est indispensable. Nous sommes dans ce cas obligés de mettre les imagos capturés dans des boîtes en plastique (photo 9) pour les transporter au laboratoire.



Photo 9 : Boîte de récolte.



III. 4. Méthodologie

L'échantillonnage de la population odonatologique peut se faire sur les larves, les exuvies et les imagos. Le travail sur les larves et les exuvies fournissent des informations précieuses et fiables à un degré avancé. Toutefois, leur identification et leur récolte induisent un travail conséquent le plus souvent réservé à des structures spécialisées, et pour des études pointues. Etant donné que notre objectif est de recenser plus exhaustivement possible l'ensemble des espèces des odonates présentes sur les sites, associé à une estimation des effectifs par un comptage brut, nous avons procédé uniquement à l'échantillonnage des adultes.

En se basant sur les préconisations de Grand & Boudot (2006), nous avons appliqué un plan d'échantillonnage régulier sur les trois stations d'étude à raison de deux sorties par mois (chaque quinzaine de jour), durant la période allant du mois d'Avril à Juin 2019 ; durant lesquelles nous parcourons le pourtour de chaque site, ainsi que ses abords immédiats où les imagos chassent et effectuent leur maturation. La durée moyenne de chaque visite est d'environ deux heures, et la plage horaire la plus favorables pour l'activité des odonates étant entre 10 heures et 15 heures. La journée choisie pour visiter les stations doit réunir toutes les conditions météorologiques favorables : absence de vent ou vent inférieur à 20 Km/h ; absence de pluie ; température comprise entre 20 et 30°C ; ciel le plus dégagé possible, ou dont la couverture nuageuse ne doit pas excéder les 75%, selon Lebrasseur (2013).

Sur place et au niveau de chaque station, un échantillonnage des imagos a été effectué à vue, avec deux pratiques d'identification : détection visuelle avec jumelle et avec capture-relâché à l'aide d'un filet entomologique ; tout spécimen suscitant un doute est conservé dans une boîte de récolte pour un examen minutieux au laboratoire.

Les adultes observés lors de ces visites sont notés et les populations de chaque espèce ont fait l'objet d'estimation en fonction du nombre d'individus rencontrés. Afin de mieux appréhender la structure de l'odonatofaune, un traitement de l'abondance et de la fréquence des imagos est réalisé. La diversité d'odonates a été également calculée à l'aide d'indices de diversité de Shannon-Weaver et d'équitabilité.

III. 5. Indices écologiques appliqués aux odonates

L'utilisation des indices écologiques, tels que la richesse spécifique, l'abondance, la dominance, et la diversité, peuvent permettre de décrire la composition et l'organisation d'une biocénose donnée. Dans le cadre de notre étude, nous avons choisi d'exploiter les résultats obtenus en utilisant les indices détaillés ci-après :



III. 5. 1. Indices écologique de composition

III. 5. 1.1. Richesse spécifique

C'est le nombre d'espèces (S) contactées au moins une fois au terme de N relevés (Blondel 1975). C'est également le nombre total d'espèces qui comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné (Ramade 1984). Pour la présente étude, il s'agit de l'ensemble des espèces du peuplement d'odonates observées dans la station 1 « amont », la station 2 « retenue » et la station 3 « aval », durant les trois mois d'étude.

III. 5. 1. 2. Richesse moyenne (Sm)

Selon Ramade (1984), la richesse moyenne est le nombre d'espèces contactées à chaque relevé, elle permet de calculer l'homogénéité du peuplement. Ce paramètre est la richesse réelle la plus ponctuelle (Blondel 1979).

III. 5. 1. 3. Fréquence centésimale (Fc) ou abondance relative (Ar)

L'abondance centésimale des espèces dans un peuplement ou dans un échantillon caractérise la diversité faunistique d'un milieu donné (Frontier 1983).

L'abondance spécifique d'une espèce est le nombre d'individus de cette espèce dans un milieu donné. L'abondance relative d'une espèce est le rapport de son abondance spécifique à l'abondance totale (fréquence relative). L'abondance totale correspond au nombre d'individus de toutes les espèces du peuplement.

$$\mathbf{Fc (\%) = ni/N \times 100}$$

ni : est le nombre des individus d'une espèce

N : est le nombre total des individus toutes espèces confondues.

III. 5. 1. 4. Fréquence d'occurrence (Fo) ou constance (C)

La fréquence d'occurrence est le rapport exprimé sous la forme de pourcentage du nombre de relevés contenant l'espèce étudiée, par rapport au nombre total de relevés (Dajoz 1982). Elle est calculée par la formule suivante :

$$\mathbf{Fo (\%) = Pi/P \times 100}$$

Pi : est le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

P : est le nombre total de relevés effectués.

En fonction de la valeur de (C) on distingue les catégories suivantes :

- ✓ Des espèces constantes si $75\% \leq C \leq 100\%$
- ✓ Des espèces régulières si $50\% \leq C < 75\%$



- ✓ Des espèces accessoires si $25 \leq C < 50\%$
- ✓ Des espèces accidentelles si $5\% \leq C < 25\%$

Dans notre cas, la fréquence d'occurrence d'une espèce correspond au rapport du nombre de sorties durant lesquelles l'espèce a été observée sur le nombre total de sorties effectuées durant la période d'étude.

III. 5. 2. Indices écologiques de structure

III. 5. 2. 1. Diversité

La diversité d'un peuplement exprime le degré de complexité de ce peuplement. Elle s'exprime par un indice qui intègre à la fois, la richesse du peuplement et les abondances spécifiques. Parmi les indices disponibles permettant d'exprimer la structure du peuplement, nous avons retenu celui de Shannon-Weaver.

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i \quad \text{où} \quad P_i = n_i / N$$

S : Richesse

n_i : Effectif de l'espèce i

N : Effectif total du peuplement H' est exprimé en Bit (Binary digit).

Cet indice mesure le degré de complexité d'un peuplement. Une valeur élevée de cet indice correspond à un peuplement riche en espèces dont la distribution d'abondance est équilibrée. A l'inverse, une valeur faible de cet indice correspond soit à un peuplement caractérisé par un petit nombre d'espèces pour un grand nombre d'individus, soit à un peuplement dans lequel il y a une ou deux espèces dominantes.

III. 5. 2. 2. Equitabilité ou équirépartition

Des peuplements à physionomie très différente peuvent ainsi avoir la même diversité. Il est donc nécessaire de calculer parallèlement à l'indice de diversité H' , l'équitabilité (E) en rapportant la diversité observée à la diversité théorique maximale (H'_{\max}).

$$E = H' / H'_{\max} \quad \text{où} \quad H'_{\max} = \log_2 S \quad S = \text{richesse}$$

L'équitabilité varie de 0 à 1 ; elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une espèce, elle tend vers 1 lorsque toutes les espèces ont une même abondance.



III. 6. Analyse statistique appliquée au peuplement odonatologique

Pour mieux identifier les cortèges odonatologiques associés aux différents biotopes étudiés, une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée, avec la présence ou l'absence des espèces.



CHPITRE IV :

Résultats et discussions



Avant d'aborder les résultats obtenus et leurs différentes discussions, il est essentiel de rappeler ici la problématique, en trois questions, que nous avons avancée dans l'introduction, à savoir :

✂ Des grands ouvrages hydrauliques, tel que les barrages, ont-ils un impact sur l'odonatofaune ?

Il semble que suite à la construction des ouvrages hydrauliques, il se produit des modifications des paramètres atmosphériques de la région (taux d'humidité, température, ...), réunissant des conditions inappropriées pour le développement de certaines espèces d'odonates, et attractives pour d'autres espèces accommodées à ces milieux, et qui y font leur gîte de nidation et de reproduction par excellence. Il s'ensuivrait également l'apparition de nouveaux écosystèmes propices pour l'émergence et la prolifération de nombreux prédateurs des odonates, tels que les poissons des eaux douces, les oiseaux, les batraciens, ..., créant de ce fait un déséquilibre dans l'équation proie-prédateur, et réduisant considérablement le nombre des espèces d'odonates.

✂ Ces infrastructures implantées sur les cours d'eaux ont-ils un impact sur la dispersion des odonates ?

Vu que ces retenues culinaires anthropiques engendrent des fragmentations des milieux, en formant de grandes étendues d'eaux qui constitueront, d'une part, des barrières isolant l'amont et l'aval des cours d'eaux, et d'autre part modifieront leur débit. Il est donc probable que la dispersion des espèces d'odonates au niveau de l'amont, la retenue et l'aval soit différente et dictée par cette nouvelle configuration.

✂ Ces installations hydrauliques, pourraient-elles avoir une influence sur les paramètres biotiques et abiotiques des odonates, et du coup sur la richesse et la diversité entre l'amont et l'aval des cours d'eaux ?

Du fait que ces barrages génèrent des coupures dans la continuité des cours d'eaux, cela pourrait engendrer éventuellement un changement dans le paysage et les paramètres physiques de l'eau. Contrairement à l'amont du barrage qui est resté à l'état naturel, l'aval reçoit essentiellement de l'eau qui provient du trop-plein et des différentes opérations de vidange qui s'effectuent périodiquement. Ainsi, la température de l'eau de l'aval baisse rapidement, sa vitesse augmente dangereusement, trainant du sable et de cailloux, créant de ce fait des conditions favorables pour certains groupes d'odonates spécifiques, et défavorables pour d'autres. Et durant la saison sèche, lorsque le niveau du barrage baisse (suite à la consommation et l'évaporation de l'eau), le lit des oueds en aval se rétrécit



beaucoup plus que dans l'amont. Devant ce cas de figure, la richesse et la diversité d'espèces d'odonates pourraient être impactées.

IV. 1. Espèces d'odonate recensées

La liste des espèces d'odonate recensées dans les trois stations de la région d'étude durant les différentes visites bimensuelles sont consignées dans le tableau IV ci-dessous. Les taxons du groupe « famille » sont présentés dans l'ordre systématique ; ceux des groupes « genre » et « espèce » sont présentés dans l'ordre alphabétique.

Tableau IV : Liste des odonates recensés dans les trois stations de la région d'étude.

Sous Ordre	Famille	Espèces (Nom scientifique)	Code
Zygoptères (41%)	Calopterygidae	<i>Calopteryx exul</i> (Selys, 1853)	Cex
		<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i> (Vander Linden, 1825)	Cha
	Lestidae	<i>Lestes virens</i> (Charpentier, 1825)	Lvi
		<i>Sympecma fusca</i> (Vander Linden, 1820)	Sfu
	Coenagrionidae	<i>Ceriagrion tenellum</i> (Villers, 1789)	Cte
		<i>Coenagrion scitulum</i> (Rambur, 1842)	Csc
		<i>Erythromma lindenii</i> (Selys, 1840)	Eli
		<i>Ischnura graellsii</i> (Rambur, 1842)	Igr
	Platycnemididae	<i>Platycnemis subdilatata</i> (Selys, 1849)	Psu
	Anisoptères (59%)	Gomphidae	<i>Gomphus lucasii</i> (Selys, 1849)
<i>Onychogomphus forcipatus</i> (Linnaeus, 1758)			Ofo
<i>Onychogomphus uncatatus</i> (Charpentier, 1840)			Oun
Aeshnidae		<i>Anax imperator</i> (Leach, 1815)	Aim
		<i>Hemianax ephippiger</i> (Burmeister, 1839)	Hep
Libellulidae		<i>Brachythemis impartita</i> (Karsch, 1890)	Bim
		<i>Crocothemis erythraea</i> (Brullé, 1832)	Cer
		<i>Orthetrum cancellatum</i> (Linnaeus, 1758)	Oca
		<i>Orthetrum chrysostigma</i> (Burmeister, 1839)	Och
		<i>Orthetrum nitidinerve</i> (Selys, 1841)	Oni
		<i>Sympetrum fonscolombii</i> (Selys, 1840)	Sfo
		<i>Sympetrum striolatum</i> (Charpentier, 1840)	Sst
		<i>Trithemis annulata</i> (Palisot de Beauvois, 1807)	Tan

NB : Les codes portés sur ce tableau sont utilisés pour désigner l'appellation des espèces dans la figure 10.



Malgré la courte période de prospection, nous avons recensé tout de même un nombre considérable d'odonates au niveau des trois stations d'étude. Au bout de trois mois, nous avons pu identifier vingt-deux (22) espèces d'odonate, dont treize (13) espèces d'Anisoptères, et neuf (09) espèces de Zygoptères, réparties sur sept (07) familles et dix-sept (17) genres. Cela représente 35 % de l'odonatofaune Algérienne qui est de 63 espèces selon Samraoui et Menai (1999), et presque 49% des espèces connues de la Numidie (Samraoui & Corbet 2000).

Si aucune de ces espèces n'est nouvelle pour le pays, trois (03) le sont pour la région de Bejaia (*Calopteryx exul*, *Gomphus lucasii* et *Orthetrum nitidinerve*). Le nombre d'espèces présentes dans la région de Bejaia s'élève maintenant à 36, étant donné que Chelli & Moulai (*art.in press*) ont pu recenser 33 espèces dans presque 80% des zones humides de la région de Bejaia. Leur inventaire demeure comme seule liste de référence à l'échelle de la région. Cette richesse est relativement importante en comparaison avec les régions voisines plus arrosées comme la Numidie (45 espèces).

Il est à noter que parmi les plus importantes espèces d'odonate des milieux lotiques endémiques Maghrébines et Ibéro-Maghrébines, *Platycnemis subdilatata*, *Calopteryx exul*, *Gomphus lucasii* et *Orthetrum nitidinerve* sont bel et bien présentes dans notre localité d'étude. Hormis la première espèce, les trois autres sont nouvellement recensées (annexe II). Rappelons également que le *Calopteryx exul*, endémique du Maghreb, n'était plus observé en Algérie depuis plus d'un siècle jusqu'à récemment par Khelifa *et al.* (2011) dans le système hydrographique de la Seybouse au nord-est de l'Algérie, et également observé et capturé au niveau de deux endroits à oued Bouselam par nos soins en fin du mois d'avril 2019. Cet oued représente actuellement le deuxième site pour cette espèce en Algérie après la Seybouse.

Le groupe des odonates représente un maillon relativement important dans les écosystèmes de notre région d'étude par rapport à ceux observée dans la région de Bejaia et les principaux oueds de la région nord-est Algérienne et ailleurs. Par exemple, l'étude menée par Chelli & Moulai (*art. in press*), révèle l'existence de 33 espèces dans la région de Bejaia, mais les prospections de ces deux auteurs se sont étalées sur une large gamme d'habitats lotiques et lotiques, y compris les lacs et les mares temporaires forestières de haute altitudes. En revanche dans les habitats similaires aux nôtres, les richesses notées par ces auteurs n'excèdent pas une dizaine d'individus. En dehors de la région de Bejaia, d'autres auteurs ayant travaillé au nord du pays, tels que Bouchelouche *et al.* (2015), ont recensés 19 espèces à oued Isser ; Hafiane *et al.* (2016) ont notés 13 espèces à l'oued El Harrach ; en revanche au nord-est du pays, Khelifa *et al.* (2011) mentionnent la présence de 35 espèces dans tout l'hydrau-système de la Seybouse.



Il apparaît que les Anisoptères sont abondants dans notre région d'étude. Cela pourrait être dû à leur haute capacité de dispersion à l'inverse des Zygoptères qui possèdent une capacité de dispersion limitée (Batzer & Wissinger 1996 ; Williams 1997 ; Lawler 2001) et à leur adaptabilité à un large éventail d'habitats (Suhling et al. 2004).

D'après les données du tableau IV, il s'avère que la famille des Libellulidae est la plus représentée avec huit (08) espèces, soit plus de 36% l'odonatofaune recensée ; suivie par les deux familles des Coenagrionidae et des Gomphidae avec respectivement quatre (04) espèces, soit 18% et trois (03) espèce soit 14%. Les familles des Calopterygidae, Lestidae et Aeshnidae, suivent avec (02) espèces chacune, ce qui représente 09% du peuplement. Enfin, les Platycnemididae viennent en dernier avec seulement 05%, car nous avons rencontré qu'une seule espèce qui est d'ailleurs le seul représentant de cette famille au Maghreb (*Platycnemis subdilatata*). La figure 11 montre clairement le pourcentage qu'occupe chaque famille du peuplement odonatologique recensé.

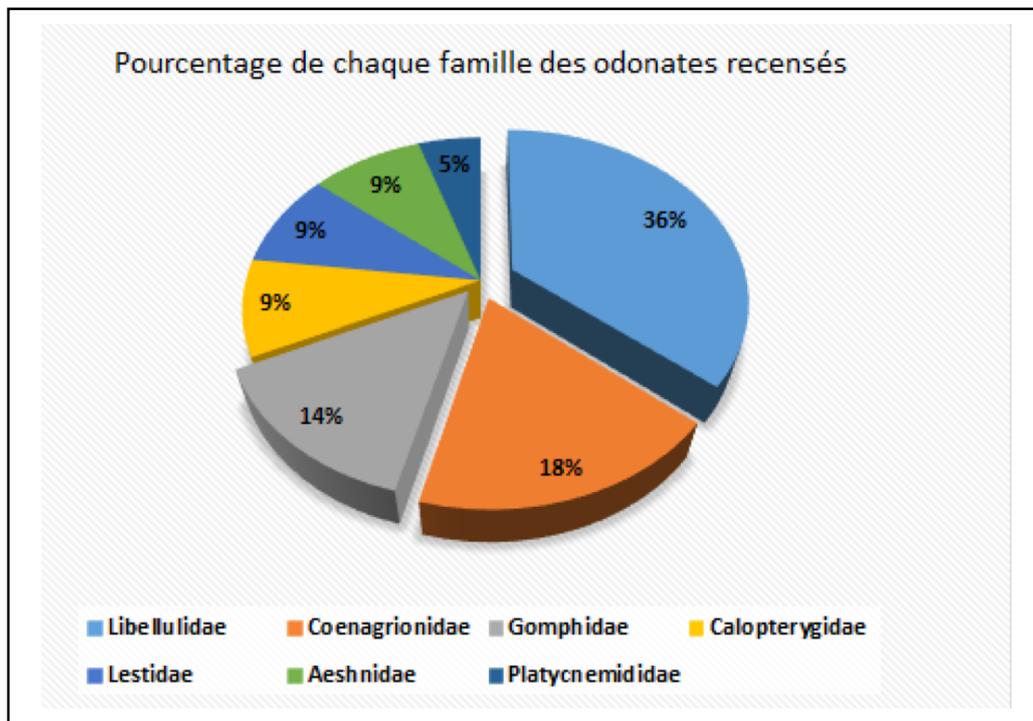


Figure 11 : Pourcentages des odonates / familles dans la région d'étude.

IV. 2. Chorologie des espèces d'odonate répertoriées

En se basant sur les catégories chorologiques réalisées par Chelli & Moulai (*art. in press*) sur les espèces d'odonates de la région de Bejaia, nous avons dressé la composition chorologique du peuplement odonatologique de notre région d'étude comme suit :



- ✓ **Eléments Ouest-Paléarctiques** : espèces restreintes à la partie occidentale du domaine paléarctique. Elles sont représentées par un taxon *Sympetrum striolatum* ;
- ✓ **Eléments Paléarctiques** : Espèces présentes dans l'ancien monde et se raréfiant ou disparaissant dans la zone intertropicale. On peut les scinder en deux (02) sous-ensembles :
 - **Eléments Euro-Sibériennes** : espèces largement répandues de l'Europe moyenne à la Sibérie, et ne présentant pas un centre de gravité préférentiellement méditerranéen. Elles sont représentées par deux espèces : *Sympecma fusca* et *Orthetrum cancellatum* ;
 - **Elément Méditerranéennes** : regroupant toutes les espèces ayant leur centre de gravité dans le bassin méditerranéen. On peut les scinder en trois :
 - **Espèces Holo-Méditerranéennes** : Espèces répandues dans l'ensemble du bassin méditerranéen. On note trois taxons *Erythromma lindenii* ; *Coenagrion scitulum* et *Ceriagrion tenellum* ;
 - **Espèces Ouest-Méditerranéennes** : espèces dont le noyau de l'aire de répartition est strictement situé dans le bassin Méditerranéen occidental. Cinq espèces font partie, il s'agit de : *Calopteryx haemorrhoidalis* ; *Lestes virens* ; *Onychogomphus uncatatus* ; *O. forcipatus* et *Ischnura graellsii* ;
 - **Espèces Maghrébines et Ibéro-maghrébine** : Espèces dont la distribution est centrée sur le nord-ouest de l'Afrique et la péninsule Ibérique. Quatre espèces sont répertoriées ici, à savoir : *Platycnemis subdilatata* ; *Calopteryx exul* ; *Gomphus lucasi* et *Orthetrum nitidinerve*.
- ✓ **Eléments Afro-Tropicaux** : espèces originaires pour la plupart d'Afrique subsaharienne, mais qui sont présentes secondairement en Afrique du Nord et parfois en Europe du Sud. Quatre (04) espèces se rattachent à ce groupe, à savoir : *Trithemis annulata* ; *Hemianax ephippiger* ; *Brachythemis impartita* et *Orthetrum chrysostigma*.
- ✓ **Eléments Afro-Européens** : espèces dont la répartition est très vaste et englobe au moins l'Afrique et une grande partie de l'Europe, parfois même l'Asie. Elles sont représentées par



trois (03) espèces qui sont : *Anax imperator* ; *Crocothemis erythraea* et *Sympetrum fonscolombii*.

A travers la figure 12 ci-dessous, on constate que le peuplement de notre région d'étude est principalement composée d'éléments Paléarctiques (63,63%), suivis des éléments Afro-Tropicaux (18,18%), puis des éléments Afro-Européens (13,63%). Les éléments du Paléarctique occidental viennent en dernier (4,54%). Parmi les éléments Paléarctiques, presque 86% sont des éléments Méditerranéens dont 42% sont des espèces Ouest-Méditerranéennes, 33% sont Maghrébines et Ibéro-Maghrébines et 25% sont Holo-Méditerranéennes.

Il y a lieu de noter également une présence significative de taxons afro-tropicaux (*Orthetrum chrysostigma* ; *Trithemis annulata* ; *Hemianax ephippiger* et *Brachythemis impartita*). Leur existence ici témoigne du réchauffement climatique. En effet, de nombreux coléoptères, papillons, libellules, sauterelles et punaises aquatiques se sont déplacés vers le nord et en altitude pendant les périodes de réchauffement (Hickiling et al. 2006). Des mouvements d'espèces tropicales vers des zones plus tempérées ont été signalés. Cinq libellules de Cuba et des Bahamas se sont établies avec succès en Floride en 2000 (Paulson 2001). Des espèces d'Afrique du Nord s'installent également en Espagne et en France. La libellule *Trithemis annulata*, une espèce largement répandue en Afrique, a pénétré la zone méditerranéenne, colonisant la péninsule ibérique en 1981, la Corse en 1989 et la France en 1994 (Bonet-Betoret 2004).

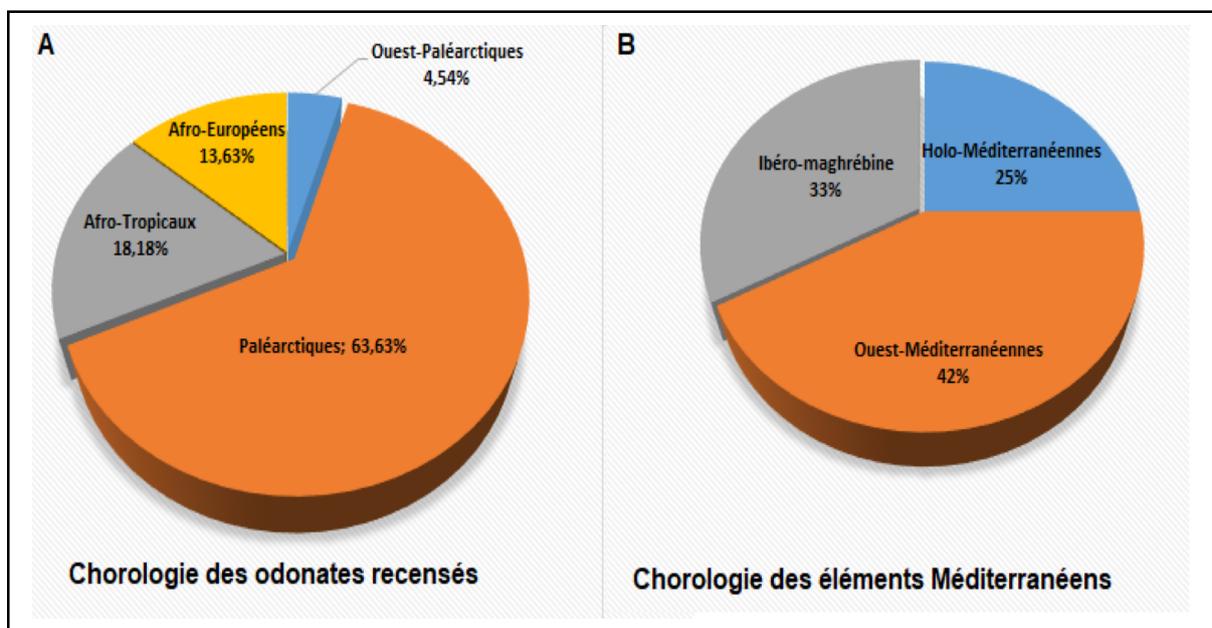


Figure 12 : Chorologies des odonates recensés dans notre région d'étude.



IV. 3. Présence-absence des espèces d'odonate dans les trois stations d'étude

La présence et l'absence des espèces d'odonate dans nos stations d'étude sont consignées dans le tableau V ci-dessous.

Tableau V : Présence-absence des odonates dans les trois stations d'étude. (Légende : + Présence, - Absence).

Stations Espèces recensées	Station 1 « Amont »	Station 2 « retenue »	Station 3 « aval »
<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>	+	-	+
<i>Calopteryx exul</i>	+	-	+
<i>Sympecma fusca</i>	+	-	-
<i>Lestes virens</i>	+	-	-
<i>Ceriagrion tenellum</i>	+	-	+
<i>Ischnura graellsii</i>	+	+	+
<i>Coenagrion scitulum</i>	+	-	-
<i>Erythromma lindenii</i>	+	+	+
<i>Platycnemis subdilatata</i>	+	-	-
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	-	-	+
<i>Onychogomphus uncatus</i>	-	-	+
<i>Gomphus lucasii</i>	-	-	+
<i>Anax imperator</i>	+	+	+
<i>Hemianax ephippiger</i>	+	+	+
<i>Brachythemis impartita</i>	-	+	-
<i>Crocothemis erythraea</i>	+	+	-
<i>Orthetrum cancellatum</i>	+	+	-
<i>Orthetrum chrysostigma</i>	+	-	+
<i>Orthetrum nitidinode</i>	+	-	-
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	+	+	-
<i>Sympetrum striolatum</i>	-	-	+
<i>Trithemis annulata</i>	-	+	-
Total	22	16	12



A la lumière des résultats portés dans le tableau V, on voit clairement que quatre espèces fréquentent les trois stations, il s'agit de : *Ischnura graellsii*, *Erythromma lindenii*, *Anax imperator*, *Hemianax ephippiger*. On les qualifie d'espèces ubiquistes, elles sont indifférentes aux types d'habitats à l'inverse de certaines espèces dites spécialistes, telles que les *Calopteryx* qui cherchent les milieux lotiques ombragés, et les Gomphes qui aiment les eaux vives et bien oxygénées, avec une préférence aux lits de rivières sablonneuses avec des rives riches en gravier. C'est le cas d'ailleurs de *Calopteryx haemorrhoidalis* et de *Calopteryx exul* qui sont notés que dans les deux stations lotiques bordées de *Typha Latifolia* et d'une ceinture arborescente de *tamarix gallica*, du Peuplier blanc (*Populus alba*) et de quelques pieds d'Eucalyptus. C'est également le cas des trois Gomphes : *Onychogomphus forcipatus*, *Onychogomphus uncatatus* et *Gomphus lucasii*, qui sont notés que dans la station 3 « aval ».

La qualité de l'eau et la végétation bordant oued Bouselam constituent sans doute des conditions idéales pour la prolifération des odonates lotiques. En effet, avec son débit rapide mais non torrentiel et ses eaux claires, il favorise l'installation de certaines libellules sensibles telles que *Calopteryx haemorrhoidalis*, *Calopteryx exul*, *Onychogomphus uncatatus*, *Onychogomphus forcipatus* et *Gomphus lucasii*.

Quant à la station 2 « retenue », d'une part elle se distingue des deux autres stations par la présence d'un cortège réputé pour sa préférence aux milieux lenticules à savoir, *Trithemis annulata*, *Brachythemis impartita*, en compagnie de *Crocothemis erythraea*, *Sympetrum fonscolombii* et *Orthetrum cancellatum* ; et d'autre part par l'absence totale de certains odonates.

Il s'avère que les espèces associées aux milieux lotiques sont souvent remplacées par des espèces de milieux lenticules suite à la construction de l'ouvrage hydraulique. En effet, le premier impact, et le plus flagrant, de la construction d'un barrage est sans doute la perte directe d'habitats lotiques en amont de celui-ci via l'enneigement causé par la retenue. L'écoulement de l'eau y est ralenti, voire stoppé, et des habitats comparables à des lacs ou des étangs s'y forment. Même si à première vue cela diversifie les habitats présents le long du cours d'eau, ces modifications peuvent également entraîner la disparition d'espèces spécialistes au profit d'espèces plus généralistes et plus communes (Samways & Steytler 1996).

IV. 4. Les indices écologiques appliqués aux odonates recensés

Afin de mieux appréhender la structure de l'odonatofaune, des traitements de la richesse, de la fréquence, de l'abondance et de la diversité ont été réalisés.



IV. 4. 1. Les indices écologiques de composition

Les résultats obtenus en calculant les différentes richesses en espèces dans les trois stations et durant les trois mois d'étude sont consignés dans le tableau VI ci-après.

Tableau VI : Richesse totale, moyenne et spécifique dans les trois stations d'étude.

Stations Richesse	Station 1 « amont »			Station 2 « retenue »			Station 3 « aval »		
	Avril	Mai	Juin	Avril	Mai	Juin	Avril	Mai	Juin
Richesse spécifique	08	11	16	03	09	09	07	09	12
Richesse moyenne	2	2,75	4	0,75	2,25	2,25	1,75	2,25	3
Richesse totale	16			09			12		

L'analyse des chiffres du tableau VI révèle que les peuplements d'odonates peuvent varier au cours du temps. Certaines espèces, dites précoces, se manifestent très tôt, et pour une longue période ou une période très limitée. D'autres peuvent disparaître pendant un temps puis réapparaître. Certains d'autres espèces, dites tardives, apparaissent très tard, presque à la fin de la saison d'activités des odonates adultes.

En effet, les richesses augmentent progressivement au cours des mois dans les trois stations (tab. VI). Il paraît que le mois le plus riche en espèces est le mois de Juin qui affiche des richesses spécifiques très importantes par rapport au mois d'Avril et Mai. Cela peut être rattaché aux bonnes conditions climatiques (Températures et ensoleillement) régnant en ce mois, permettant l'émergence de la majorité des odonates ; contrairement au mois d'Avril qui est marqué par des journées très froides et souvent pluvieuses, particulièrement cette année. Toutefois, avec une richesse de 16 espèces, la station 1 « amont » est la plus riche en espèces, comparativement aux deux autres stations 2 et 3, « retenue » et « aval » qui comptabilisent respectivement 09 et 12 espèces.

Les résultats correspondant à la fréquence et l'abondance des espèces d'odonate sont mentionnés dans le tableau VII, avec le symbole (-) indiquant l'absence de l'espèce.



Tableau VII : Abondance relative et fréquence d'occurrence des espèces recensées.

Espèces	Station 1 « amont »			Station 2 « retenue »			Station 3 « aval »		
	Ar %	Fo %		Ar %	Fo %		Ar %	Fo %	
<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>	20,34	50	R	-	-	-	37,04	100	C
<i>Calopteryx exul</i>	7,46	75	C	-	-	-	3,50	50	R
<i>Sympecma fusca</i>	1,70	75	C	-	-	-	-	-	-
<i>Lestes virens</i>	1,01	25	A	-	-	-	-	-	-
<i>Ceriagrion tenellum</i>	1,19	25	A	-	-	-	6,58	75	C
<i>Ischnura graellsii</i>	12,20	100	C	18,34	50	R	11,52	100	C
<i>Coenagrion scitulum</i>	3,05	50	R	-	-	-	-	-	-
<i>Erythromma lindenii</i>	24,58	100	C	28,78	100	C	27,78	100	C
<i>Platycnemis subdilatata</i>	20,16	75	C	-	-	-	-	-	-
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	-	-	-	-	-	-	4,11	50	R
<i>Onychogomphus uncatus</i>	-	-	-	-	-	-	0,82	50	R
<i>Gomphus lucasii</i>	-	-	-	-	-	-	1,44	75	C
<i>Anax imperator</i>	2,03	100	C	0,72	50	R	1,23	75	C
<i>Hemianax ephippiger</i>	3,05	100	C	26,62	100	C	0,82	75	C
<i>Brachythemis impartita</i>	-	-	-	7,55	50	R	-	-	-
<i>Crocothemis erythraea</i>	0,51	25	A	2,88	50	R	-	-	-
<i>Orthetrum cancellatum</i>	0,17	25	A	2,16	50	R	-	-	-
<i>Orthetrum chrysostigma</i>	0,85	25	R	-	-	-	2,47	25	A
<i>Orthetrum nitidinerve</i>	0,51	50	R	-	-	-	-	-	-
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	1,19	75	C	3,96	75	C	-	-	-
<i>Sympetrum striolatum</i>	-	-	-	-	-	-	2,67	25	A
<i>Trithemis annulata</i>	-	-	-	8,99	50	R	-	-	-
A : Accessoires R : Régulières C : Constantes - : Absence de l'espèce									

L'analyse des résultats du tableau VII montre clairement que la majorité des espèces inféodées aux trois milieux d'étude lentiques et lotiques se répartissent généralement de manière constante et régulière, à l'exception de quelques-unes qui sont accessoires. C'est le cas d'ailleurs de la station 1 « amont », où on trouve quatre espèces à répartition accessoire : *Lestes virens*, *Ceriagrion tenellum*, *Crocothemis erythraea* et *Orthetrum cancellatum* ; et de la station 2 « aval » où également deux espèces présentent une répartition accessoire, il s'agit d'*Orthetrum chrysostigma* et *Sympetrum striolatum*.



Toutefois, sur les quatre espèces communes aux trois milieux d'étude, deux d'entre elles, développent une répartition constante dans les trois stations à savoir : *Erythromma lindenii*, et *Hemianax ephippiger*, tant disque les deux autres, *Ischnura graellsii* et *Anax imperator*, sont constantes dans l'amont et l'aval de l'oued, et régulières au niveau de la retenue. En ce qui concerne les deux espèces *Brachythemis impartita* et *Trithemis annulata* inféodées au milieu lentique (barrage), leur répartition est régulière dans ce milieu.

En ce qui concerne l'abondance des odonates recensés dans les trois biotopes d'étude, on constate une nette dominance des Zygoptères sur les Anisoptères.

Sur les 16 espèces composant le peuplement odonatologique de la station 1 « amont », trois (03) espèces dominant en nombre d'individus, il s'agit en première position d'*Erythromma lindenii* (145 individus) soit 24,58 % de l'effectif total, suivie par *Calopteryx haemorrhoidalis* et *Platycnemis subdilata* avec respectivement 120 et 119 individus (fig. 13). A L'exception d'*Ischnura graellsii*, *Calopteryx exul*, *Ceragrion tenellum*, *Hemianax ephippiger* et *Anax imperator* qui affichent des abondances relativement modérées, les autres espèces ne dépassent guère une dizaine d'individus.

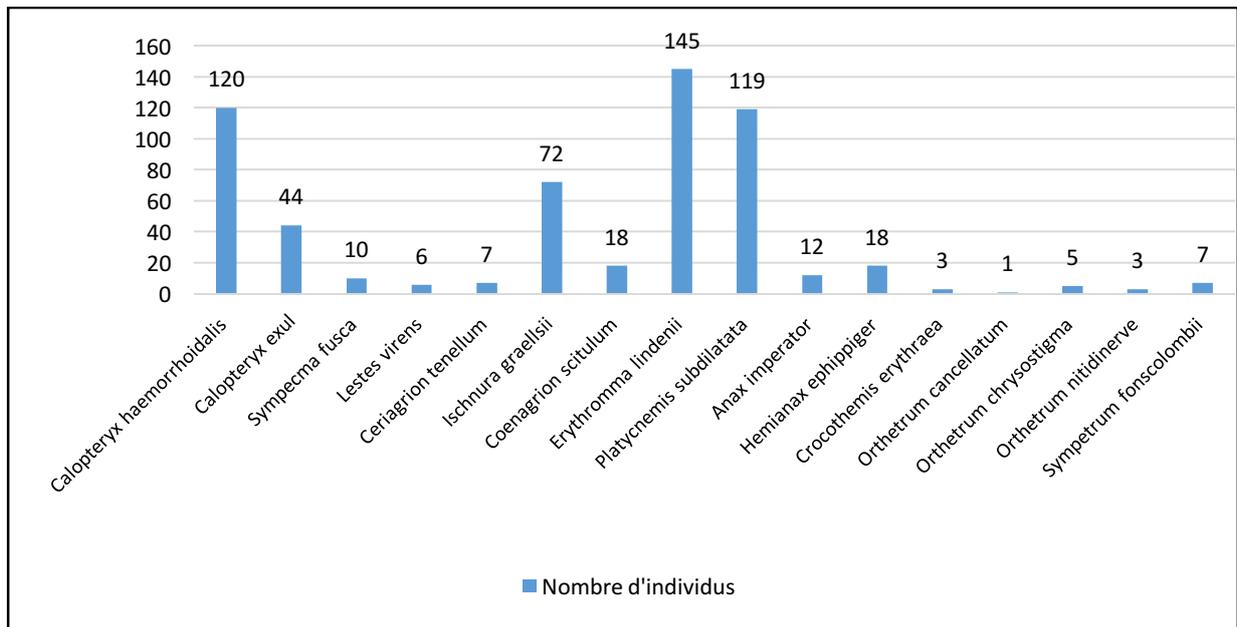


Figure 13 : Abondance des espèces d'odonate dans la station 1 « Amont ».

Même au niveau de la station 2 « retenue », les effectifs les plus importants sont au profit d'*Erythromma lindenii* (80 individus) soit 28,78 % de l'effectif total toute espèce confondue, suivie cette fois ci par *Hemianax ephippiger* et *Ischnura graellsii* avec respectivement 74 et 51 individus. Quant aux deux espèces propres à ce milieu lentique, *Trithemis annulata* et



Brachythemis impartita, elles sont notées avec des effectifs ne dépassant pas une vingtaine d'individus (fig. 14).

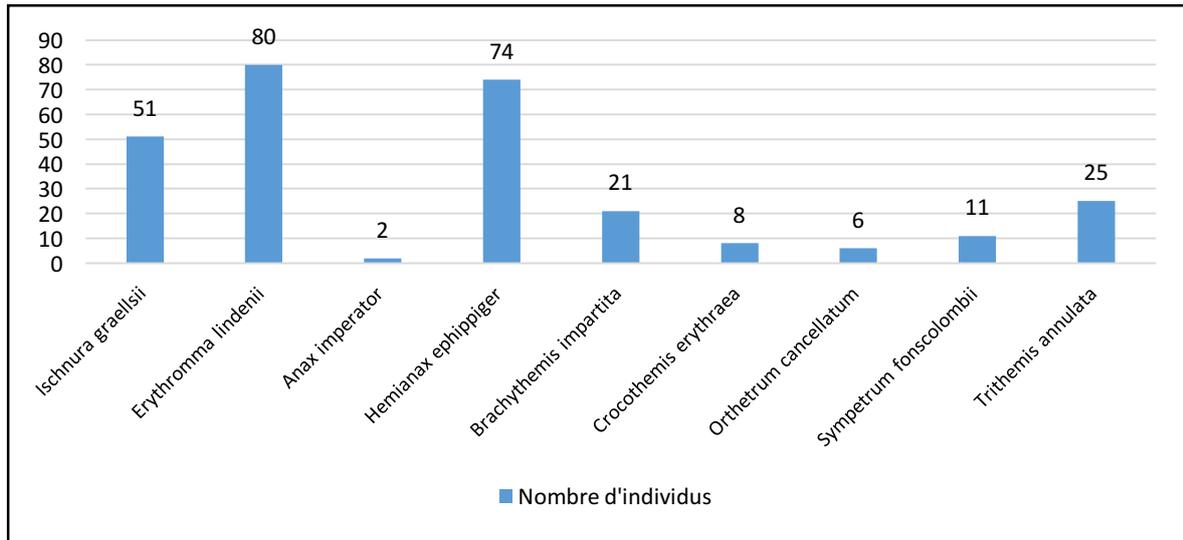


Figure 14 : Abondance des espèces d'odonate dans la station 2 « retenue ».

Au niveau de la station 3 « Aval », la situation est presque similaire que l'amont de l'oued (fig. 15). C'est toujours *Erythromma lindenii* et *Calopteryx haemorrhoidalis* qui dominent, sauf que cette fois-ci, à l'inverse de l'amont, c'est le *Calopteryx haemorrhoidalis* qui domine en effectifs sur l'*Erythromma lindenii*, avec respectivement des abondances de 37,04 % et 27,78 % (tab. VII), suivies par *Ischnura graellsii* avec 56 individus (11,52 %), et *Ceriagrion tenellum* avec 32 individus (6,58 %). Quant à l'emblématique et endémique Maghrébine *Calopteryx exul*, elle est mal représentée dans cette station, seulement 17 individus ont été répertoriés en comparaison

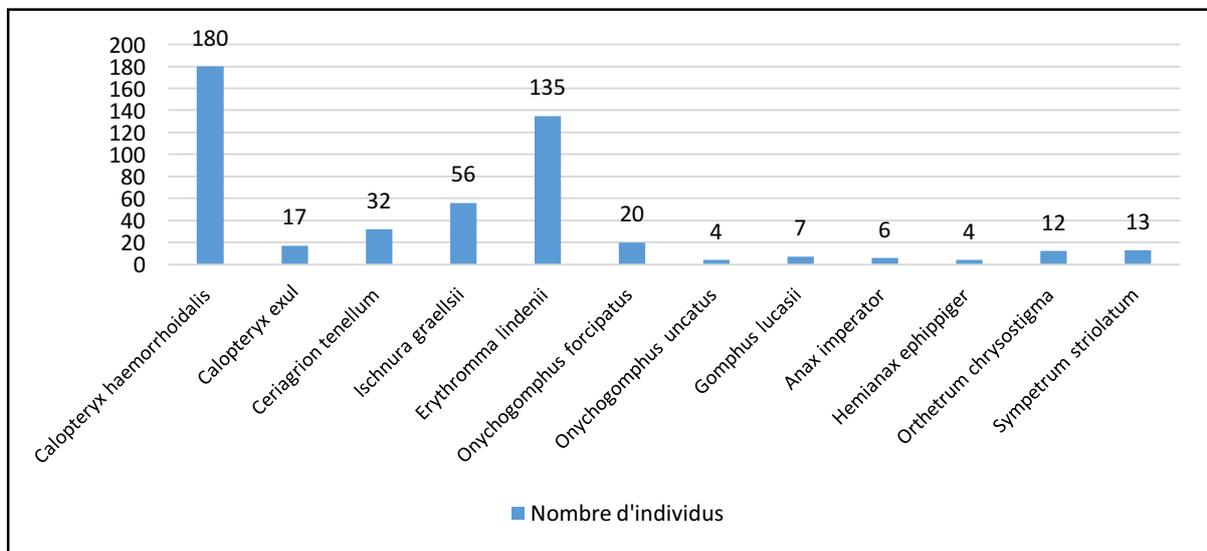


Figure 15 : Abondance des espèces d'odonate dans la station 3 « Aval ».



avec l'amont où cette espèce est notée avec un effectif relativement important (44 individus). Cela est dû vraisemblablement à la fragmentation de son milieu par le barrage.

IV. 4. 2. Les indices écologiques de structure

Les résultats obtenus ont servi également à calculer différents indices permettant de caractériser la composition et la structure du peuplement odonatologique. Les résultats des indices écologiques de structure appliqués aux odonates recensés dans les deux milieux de la région d'étude sont portés dans le tableau VIII ci-dessous. Le symbole (-) indiquant l'absence de l'espèce.

Tableau VIII : Diversité de Shannon et l'équitabilité appliquées aux odonates recensés.

Espèces	Station 1 « amont »		Station 2 « retenue »		Station 3 « aval »	
	Ni	Pi	Ni	Pi	Ni	Pi
<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>	120	0,203	-	-	180	0,370
<i>Calopteryx exul</i>	44	0,086	-	-	17	0,035
<i>Sympecma fusca</i>	10	0,017	-	-	-	-
<i>Lestes virens</i>	06	0,010	-	-	-	-
<i>Ceriagrion tenellum</i>	07	0,012	-	-	32	0,066
<i>Ischnura graellsii</i>	72	0,122	51	0,182	56	0,115
<i>Coenagrion scitulum</i>	18	0,030	-	-	-	-
<i>Erythromma lindenii</i>	145	0,246	80	0,288	135	0,277
<i>Platycnemis subdilatata</i>	119	0,201	-	-	-	-
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	-	-	-	-	20	0,041
<i>Onychogomphus uncatus</i>	-	-	-	-	04	0,008
<i>Gomphus lucasii</i>	-	-	-	-	07	0,014
<i>Anax imperator</i>	12	0,020	02	0,007	06	0,012
<i>Hemianax ephippiger</i>	18	0,030	74	0,266	04	0,008
<i>Brachythemis impartita</i>	-	-	21	0,075	-	-
<i>Crocothemis erythraea</i>	03	0,005	08	0,028	-	-
<i>Orthetrum cancellatum</i>	01	0,001	06	0,021	-	-
<i>Orthetrum chrysostigma</i>	05	0,008	-	-	12	0,024
<i>Orthetrum nitidinerve</i>	03	0,005	-	-	-	-
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	07	0,019	11	0,039	-	-
<i>Sympetrum striolatum</i>	-	-	-	-	13	0,027
<i>Trithemis annulata</i>	-	-	25	0,090	-	-
Total effectifs /station	590		278		486	
Richesse /station	16		09		12	
diversité de Shannon (H')	2,99		2,59		2,49	
Diversité maximale (H' max)	4		3,17		3,58	
Equirepartition	0,75		0,82		0,69	
Nombre total d'individus	1354					
Nombre de relevés	4					
Richesse totale	22					



Les résultats affichés dans le tableau VIII ci-dessus montrent que l'habitat le plus riche en espèce (16) reste la station 1 « amont », qui est une zone humide bien préservée loin de toute perturbation, et d'une physionomie très particulière se caractérisant par des berges bordées par une strate végétale et arborescente, offrant ainsi de bonnes conditions propices pour l'installation et la pullulation de certaines odonates lotiques, surtout les Zygoptères. C'est également cette station qui affiche la valeur la plus élevée de la diversité (2,99 bits). Cette valeur élevée est due à la forte pullulation de certains Zygoptères.

Aussi, il s'avère qu'au niveau de la station 1, nous sommes dans le cas d'une répartition inéquitable des individus entre les différents taxons, avec une valeur de 0,75 pour l'équitabilité de Pielou (tab.VIII) qui ne peut s'expliquer que par la supériorité numérique de certaines espèces sur les autres. En effet, dans cette station, plus de 65 % de la population est concentrée sur trois espèces, à savoir : *Erythromma lindenii*, *Calopteryx haemorrhoidalis* et *Platycnemis subdilatata*. Dans une répartition non homogène, le gain en diversité ramené par la richesse plus élevée est contrebalancé par le déséquilibre au niveau des effectifs. C'est le cas d'ailleurs de cette station.

C'est le même schéma qui se perpétue également dans la station 3 « aval » avec la nette dominance de *Erythromma lindenii* et *Calopteryx haemorrhoidalis* sur les autres odonates. Ceci est en accord avec les conclusions de Subramanian (2005) qui a révélé que l'ombre et la végétation bordant les rives des zones humides favorisent les Zygoptères plus que les Anisoptères.

Toutefois, la station abritant les colonies odontologiques les mieux structurées et les plus stables est la station 2 « retenue », avec une valeur d'équitabilité de 0,82, proche de 1 (tab. VIII). Ceci est probablement dû à la structure assez ouverte et ensoleillée de cet habitat. Selon Merlet & Itrac-Bruneau (2016), l'ensoleillement d'un site conditionne le peuplement odontologique. Plus le milieu est ouvert et ensoleillé, plus la diversité sera grande.

Pour mieux identifier les cortèges odontologiques associés aux trois biotopes d'étude, une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée, avec la présence ou absence des espèces (fig. 16).

En observant la figure 16 ci-dessous, on peut distinguer trois principaux groupes d'espèces qui divergent du centre du graphique (encadrés en bleu). Il s'agit de taxons propres à chaque station. Dans la station 1 « amont », on voit bien un cortège composé de cinq espèces, trois Zygoptères *Sympecma fusca* (Sfu), *Lestes virens* (Lvi), *Platycnemis subdilatata* (Psu), *Coenagrion scitulum* (Csc), et de l'Anisoptère *Orthetrum nitidinerve* (Oni). Dans la station 2

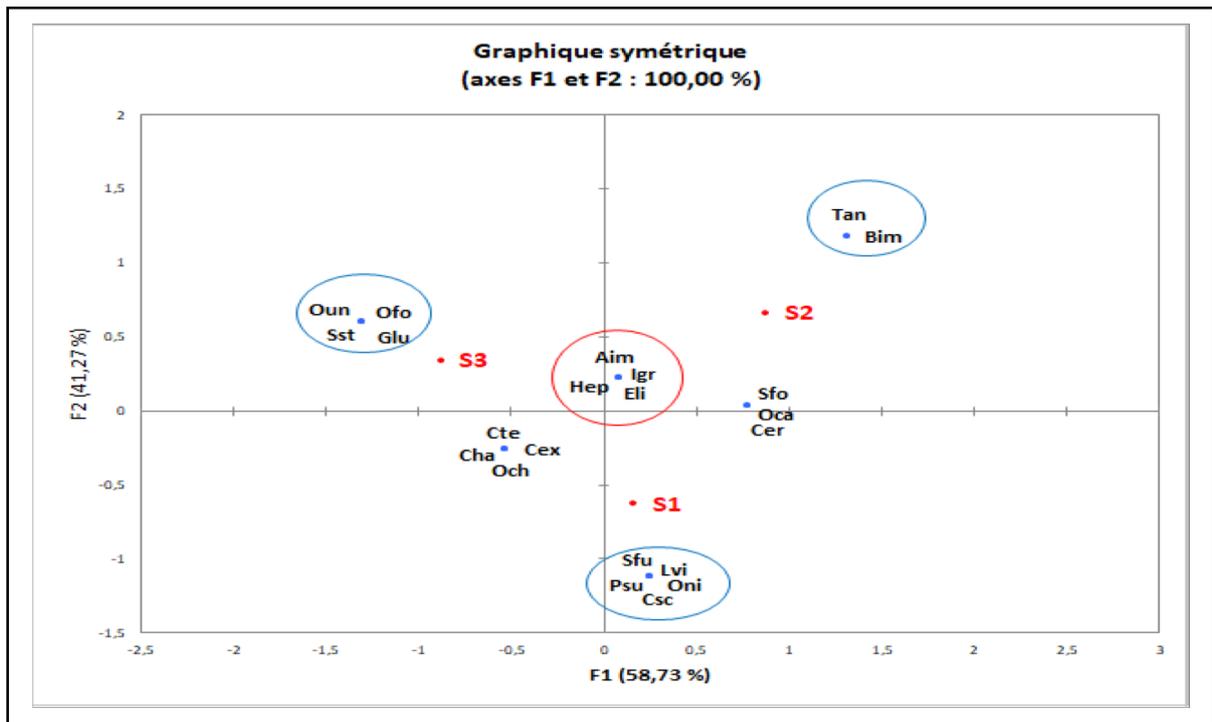


Figure 16 : Carte factorielle des relations biotopes /espèces d'odonate issue de l'AFC.

« retenue », deux espèces se distinguent. Il s'agit des deux libelles Afro-Tropicales réputées pour leur colonisation des milieux lenticules nouvellement créés à savoir : *Trithemis annulata* (Tan) et *Brachythemis impartita* (Bim). Enfin dans la station 3 « aval », un autre cortège se dessine composé de trois Gomphes : *Gomphus lucasii* (Glu), *Onychogomphus forcipatus* (Ofo), *Onychogomphus uncatulus* (Oun), et de l'*Orthetrum striolatum* (Ost).

Enfin, un autre groupe composé de taxons ubiquistes communs aux différents biotopes, qui est situé près du centre du graphique (encerclé en rouge), et dont on retrouve : *I. graellsii* (Igr), *Erythromma lindenii* (Eli), *A. imperator* (Aim) et *Hemianax ephippiger* (Hep). D'autres sous-groupes émergent également entre les trois types d'habitats. Ils représentent les espèces qui se chevauchent entre les habitats lenticules et lotiques.



CONCLUSION



L'étude menée sur les odonates sur le cours d'eau de Bousselam et le Barrage de Tichy Haf, nous a permis d'avoir une idée globale sur la structure et la composition du peuplement inféodé à cette localité. Les résultats obtenus ne donnent pas une image assez adéquate de la faune odonatologique réelle de ce site, vu la courte période de prospection, car nous avons raté sans doute les espèces tardives. Mais avec déjà un total de 22 espèces recensées, ce territoire renferme un peu plus de 1/3 de l'odonatofaune Algérienne, et presque la moitié des espèces connues de la Numidie. Si aucune de ces espèces n'est nouvelle pour le pays, trois d'entre elles le sont pour la région de Bejaia (*Calopteryx exul*, *Gomphus lucasi* et *Orthetrum nitidinerve*), ce qui hausse la liste à 36 espèces dans cette région.

Il est essentiel de préciser que cette étude qui s'intéresse aux effets des infrastructures hydrauliques sur le peuplement odonatologique est la première à l'échelle national. Bien qu'elle soit minime, elle nous a permis de dégager une série de constats :

- ✈ Premier lieu, un constat a été établi sur l'impact que peut présenter cette infrastructure hydraulique sur les communautés d'odonates. L'ensemble des résultats obtenus confirment l'hypothèse initiale d'un impact négatif des grands ouvrages sur les communautés d'odonates :
 - ✓ La fragmentation du cours d'eau par ce barrage a changé radicalement la physionomie de cet oued, permettant la disparition d'espèces spécialistes au profit d'espèces plus généralistes ;
 - ✓ La richesse spécifique et de l'abondance des espèces sont nettement importante en amont de l'oued qu'au sein de la retenue et l'aval de l'oued ;
 - ✓ Le trop-plein et les différentes opérations de vidange qui s'effectuent périodiquement ont créé en aval de l'oued un lit sablonneux riche en gravier, ce qui a favorisé sans doute l'installation des Gomphidea.
- ✈ En deuxième lieu, cette étude, nous a révélé que :
 - ✓ Le groupe des odonates représentent un maillon relativement important dans les écosystèmes de notre région d'étude, par rapport à ceux observée dans la région de Bejaia et les principaux oueds de la région nord-est Algérienne et ailleurs ;
 - ✓ Dans les trois biotopes d'étude, les Anisoptères dominant en nombre d'espèces, mais les Zygoptères dominant en nombre d'individus ;
 - ✓ Le biotope le plus riche en espèce reste l'amont de l'oued le plus éloigné du barrage ;
 - ✓ En revanche le biotope renfermant le peuplement odonatologique le plus stable et le plus équilibré est bien le barrage qui est apparemment le plus ouvert et le plus ensoleillé ;
 - ✓ Certaines espèces peuvent tolérer un large éventail de conditions, alors que d'autres sont très sensibles à leur environnement. Un cortège de quatre taxons ubiquistes composé de



Ischnura graellsii, *Erythromma lindenii*, *Anax imperator* et *Hemianax ephippiger*, semble indifférents à l'état et aux conditions régnant dans les différents biotopes ;

- ✓ Plus de la moitié du peuplement de la région est principalement composée d'éléments Paléarctiques avec une nette dominance des espèces Méditerranéennes ;
- ✓ Toutefois, trois espèces de la faune recensée, sont évaluées comme endémique Maghrébines : *Platycnemis subdilatata*, *Calopteryx exul* et *Gomphus lucasi* ;
- ✓ Il est important de noter aussi, la montée de taxons réputés pour les environnements désertiques comme *Orthetrum chrysostigma*, *Trithemis annulata*, *Hemianax ephippiger* et *Brachythemis impartita*. Cette expansion vers le nord atteste un peu plus de la colonisation de nouveaux espaces par ces espèces, et leur présence témoigne du réchauffement climatique.

✈ Et enfin, le mérite revient à l'emblématique et endémique Maghrébine *Calopteryx exul* qui était au rendez-vous dans l'oued Bousselam, après une très longue absence sur le territoire national. Egalement, il est essentiel de :

- ✓ Rappeler que cette espèce est classée en danger d'extinction dans la liste rouge de l'UICN ;
- ✓ Préciser que ce *Calopteryx*, n'a été observé en Algérie depuis plus d'un siècle, jusqu'à récemment dans la Seybouse (nord-est Algérien) en 2011, et à oued Bousselam (Bejaia) en 2019 ;
- ✓ Noter que l'oued Bousselam représente donc, le deuxième site pour cette espèce après la Seybouse. Une protection efficace de cet oued est de ce fait nécessaire, afin de conserver cette espèce emblématique en forte régression dans l'ensemble du Maghreb. ;
- ✓ Signaler que des études immédiates devraient s'accroître sur sa biologie et son écologie pour y'arriver à comprendre ses exigences.

Les principales populations ont été identifiées. Toutefois, les prospections devraient se poursuivre dans d'autres biotopes. Il serait également nécessaire, dans les années à venir, de prospecter avec d'autres méthodes, telles que la recherche des exuvies le long des berges qui permettra de confirmer l'autochtonie et la reproduction des espèces sur les sites, et afin d'apporter de nouveaux éléments sur la distribution de ces libellules dans ce territoire.

La nécessité de mettre à jour nos connaissances sur les odonates de notre région et d'Algérie est évidente, car certaines espèces n'ont pas été répertoriées depuis le XIX^e ou le début du XX^e siècle. Leur évaluation par l'UICN (Union International pour la Conservation de la Nature) est ancienne, et les données étaient pour la plupart dépassées, vu que les habitats nord-africains subissent des changements rapides.



ANNEXES



Annexe II

Photos des trois espèces nouvelles pour Bejaia



Calopteryx exul mâle



Orthetrum nitidinode mâle



Gomphus lucasii mâle immature



RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES



RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1- A.N.B.T., 2019.-Agence Nationale des Barrages et des Transferts. *Documents et fiches techniques du barrage Tichy Haf*. Bouhamza -Bejaia.
- 2- A.S.W.B., 1996.- *Annuaire statistique de la wilaya de Béjaia, Direction de la planification et de l'environnement et de l'aménagement du territoire de la wilaya de Béjaia*. Ed. 1995, 22p.
- 3- Aroudj N. & Touati N., 2018. *Recensement et suivi des Odonates dans certains milieux humides de la région de Bejaia*. Mémoire Master II, Biologie animale, Université de Bejaia, 8-9 p.
- 4- B.N.D.R., 1980.- *Etude d'inventaire des terres et forêts du Nord de l'Algérie*. Béjaia. Rapport général, Bur. Nat. Et. Dev. Rech. 205 p.
- 5- Batzer D. P. & Wissinger S. A., 1996. *Ecology of insect communities in non-tidal wetlands*. Annual Review of Entomology. 41: 75-100.
- 6- Benhamiche N., 1997. *Modélisation de la relation pluie-relief en vue de la cartographie par krigeage : cas du bassin versant de la Soummam*. Thèse de Magister en Sciences Agro. INA, Alger, 158 p.
- 7- Blondel, J., 1975. *Les écosystèmes de Camargue*. Courrier de la Nature. 35 : 43-56.
- 8- Blondel, J., 1979. *Biogéographie et écologie*. Ed. Masson, Paris, 173 p.
- 9- Bonet-Betoret C., 2004. *Expansión de Trithemis annulata en Europa en los años 80 y 90*. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa, 27: 85-86.
- 10- Bouchelouche D., Kherbouche-Abrous O., Mebarki M., Arab A. & Samraoui B., 2015. *The Odonata of wadi Isser (Kabylia, Algeria): Status and environmental determinants of their distribution*. Rev. Ecol. (Terre Vie), 70: 248-260.
- 11- Buidin C. & Rochpault Y., 2007. *Inventaire des odonates de Minganie*. Le Naturaliste Canadien, 131 (2) : 10 -16.
- 12- Bybee S., 2005. *Libellule et Demoisells (Insecta : Ordre des Odonates)*. Department of Entomology and Nematology, UF/IFAS Extension.



RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 13- Corbet P.S., 1999. *Dragonflies : behavior and ecology of Odonata*. Harley Books, Martins, 830 p.
- 14- D.P.A.T., 2004. *Monographie de la wilaya de Bejaia*. Direction de planification et de l'aménagement de territoire. 22p
- 15- D'Aguilar, J. & Dommanget, J.L., 1998. *Guide des Libellules d'Europe et d'Afrique du Nord*. Ed. Delachaux & Niestlé, 463 p.
- 16- Dajoz R., 1971. *Précis d'écologie*. 2^{ème} Edition. Dunod, Paris, 434 p.
- 17- Dajoz R., 1982. *Précis d'écologie*. Ed. Gauthier-Villars, Paris, 503 p.
- 18- Dajoz R., 1985. *Précis d'écologie*. Ed. Dunod, Paris, 483 p.
- 19- Dajoz R., 2000. *Précis d'écologie*. 2e et 3e cycles universitaires. 7eme édition. Dunod, Paris, 615 p.
- 20- Dajoz R., 2003. *Précis d'écologie*. 7^{ème} Edition. Dunod, Paris, 508 p.
- 21- Denis A.S., 2018. *Impacts de l'anthropisation sur la diversité odonatologique au sein des cours d'eau : vers une meilleure prise en compte des espèces de la Directive Habitats Faune Flore*. Thèse Doctorat de l'Université Toulouse 3 Paul Sabatier. 144 p.
- 22- Deliry C., 1996. *Etude des Libellules pour la gestion des milieux humides et aménagements spécifiques*. Groupe Sympetrum. Conférence FRAPNA-38, 6 p.
- 23- Dommanget, J.L., 1989. *Utilisation des odonates dans le cadre de la gestion des zones humides*. In : Utilisation des inventaires d'invertébrés pour l'identification et la surveillance d'espaces de grand intérêt faunistique. Inventaire de faune et de flore, secrétariat de la faune et de la flore, 53: 93-110.
- 24- Donald L. B. & Amanda B., 2012. *A survey of odonata of the Patoka river national wildlife refuge and management area*. Proceedings of the Indiana Academy of Science 121(1) : 54–61.
- 25- Doucet G., 2010. *Clé de détermination des exuvies des odonates de France*. Société française d'odonatologie, 64 p.
- 26- Dudgeon D., Arthington A. H., Gessner M. O., Kawabata Z.-I., Knowler D. J., Lévêque C.,



Sullivan C. A., 2006. *Freshwater biodiversity : Importance, threats, status and conservation challenges*. Biological Reviews, 81(02), 163-182.

27- Fahrig L., 2003. *Effects of habitat fragmentation on biodiversity*. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 34(1), 487-515.

28- Ferreras-Romero M., Marquez-Rodriguez J., Ruiz-Garcia A., 2009. *Implications of anthropogenic disturbance factors on the Odonata assemblage in a Mediterranean fluvial system*. Int. J. Odonatol. 12: 413-428.

29- Frontier, S., 1983. *Stratégie d'échantillonnage en écologie*. Ed. Masson, Paris, 494 p.

30- Graf F., 2011. *Les Demoiselles (Odonates, Zygoptères)*. Rev. sci. Bourgogne-Nature - 13-2011.

31- Grand D. & Boudot J. P., 2006. *Les Libellules de France, Belgique et Luxembourg*. Editions Biotope, Mèze, (Collection Parthénope), 480 p.

32- Grand D., 2009. *Les Libellules et le réchauffement climatique*. Rev. sci. Bourgogne-Nature - 9/10-2009, 124-133.

33- Hafiane M., Hamzaoui D., Attou F., Bouchelouche D., Arab A., Alfarhan A.H. & Samraoui B., 2016. *Anthropogenic impacts and their influence on the spatial distribution of the odonata of wadi el harrach (north-central Algeria)*. Revue d'Ecologie (Terre et Vie), 71 (3): 239-249.

34- Hansruedi W. & Daniel K., 2009. *Protéger et favoriser les libellules, Guide pratique de protection de la nature*. Pro natura. Contributions à la protection de la nature en Suisse N° 32/2009, ISSN 1421-5527.

35- Harabis F. & Dolný A., 2010. *Ecological factors determining the density-distribution of Central European dragonflies (Odonata)*. European Journal of Entomology, 107 : 571-577

36- Hickling R, Roy D.B., Hill J.K., Fox R. & Thomas C.D., 2006. *The distributions of a wide range of taxonomic groups are expanding polewards*. Global Change Biology, 12: 450-455.

37- Jourde P., 2005. *Les libellules de Charente-Maritime. Bilan de sept années de prospection et d'étude des odonates : 1999 - 2005*. Ann. Soc. Sci. Nat. Charente-Maritime, supplément



décembre 2005 : 1-144.

38- Jourde P. & Miguel G., 2009. *Libellules du Poitou-Charentes*. Édition : Poitou-Charentes Nature. ISBN 978-2-918831-00-6 – Dépôt légal : novembre 2009, 12-15.

39- Jourde P., 2010. *Les Odonates biologie et écologie*. Insectes n°157 - 2010 (2), 3-8, 31-35.

40- Khelifa R., Youcefi A., Kahlerras A., Al Farhan A., A-Sal-Rasheid K. & Samraoui B., 2011. *L'odonatofaune (Insecta: Odonata) du bassin de la Seybouse en Algérie: intérêt pour la biodiversité du Maghreb*. Revue d'écologie (Terre et Vie), 66 (1), 55-66.

41- Khelifa R., Zebsa R., Amari H., Mellal, M.K., 2013. *Does wind affect emergence site selection in Odonata ?* African Entomology. 21 : 383-387.

42- Khelifa R., Zebsa R., Amari H., Mellal M.K., Mahdjoub H. & Kahalerras A., 2016. *A hotspot for threatened Mediterranean odonates in the Seybouse River (Northeast Algeria) : are IUCN population sizes drastically underestimated ?* International Journal of Odonatology, 19 : 1-11.

43- Kolbe H.J., 1885. *Beitrag zur Kenntnis der Pseudoneuroptera Algeriens und der Ostpyrenäen*. Berliner Entomologische Zeitschrift, 29 : 151-157.

44- Kutcher T.E. & Bried J.T., 2014. *Adult Odonata conservatism as an indicator of freshwater wetland condition*. Ecological Indicators. 38, 31-39.

45- Lavorel S., Lebreton J.-D. et Le Maho Y., 2017. *Les mécanismes d'adaptation de la biodiversité aux changements climatiques et leurs limites*. Institut de France, Rapport adopté par l'Académie des sciences en séance plénière le 27 juin 2017. https://www.researchgate.net/publication/321882406_Adaptations_des_insectes_au_changement_climatique (date de consultation du site 27-04-2019).

46- Lawler S. P., 2001. *Rice fields as temporary wetlands*. Israel Journal of Zoology. 47: 513-528.

47- Le Dû P. et Lesparre D., 2014. *Les libellules des Côtes-d'Armor*. Guide atlas des Odonates. Ginkgo Éditeur. ISBN : 978-2-84679-235-6. P 8-12.

48- Lebrasseur J., 2013. *Note d'aide à la mise en place d'inventaires et de suivis odonates*. Rapport GRETIA dans le cadre de la déclinaison régionale du Plan national d'actions en faveur



des Odonates.

49- Martin R., 1901. *Les odonates en Algérie au mois de mai*. La feuille des Jeunes Naturalistes, Paris, 3 : 249-250.

50- Martin R., 1910. *Contribution à l'étude des Neuroptères de l'Afrique. II. Les odonates du département de Constantine*. Annales de la Société entomologique de France, 79 : 82-104.

51- Martin G., 2003. *A la découverte des Libellule*. Les livrets nature de CPIE du pays de Soulaines. 12 p.

52- Masselot G. et Nel A., 2003. *Les odonates sont-ils des taxons bioindicateurs*. Martinia tome 19 (1). 5-38.

53- McLachlan R., 1897. *Odonata collected by the Rev. E.A. Eaton in Algeria, with annotations*. Entomologist's Monthly Magazine (Series 2), 8 : 152-157.

54- Merlet, F. & Itac-Bruneau, R., 2016. *Aborder la gestion conservatoire en faveur des odonates*. Guide technique. Office pour les insectes et leur environnement & Société française d'Odonatologie. Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement Hauts de France. 7-10. Guide rédigé dans le cadre du Plan national d'actions en faveur des odonates. www.odonates.pnaopie.fr (date de consultation du site 27-04-2019).

55- Monnerat C., 1994. *Etude faunistique des odonates du canton du Jura et des zones limitrophes*. Société jurassienne d'Emulation.
https://www.researchgate.net/publication/266144606_Etude_faunistique_des_Odonates_du_canton_du_Jura_et_des_zones_limitrophes (date de consultation du site 27-04-2019).

56- Morton K.J., 1905. *Odonata collected by Margaret E. Fountaine in Algeria, with description of a new species of Ischnura*. Entomologist's Monthly Magazine (Series 2), 41 : 145-149.

57- Oertli B., 2008. *The use of dragonflies in the assessment and monitoring of aquatic habitats*. In: Cordoba-Aguilar, A. (Ed.). *Dragonflies and Damselflies. Model organisms for ecological and evolutionary research*. Oxford University Press. Oxford, UK. 79-95.

58- Paulson D.R., 2001. *Recent Odonata records from southern Florida: effects of global warming ?* International Journal of Odonatology, 4: 57-69.



- 59- Pernet L., 2015. *Stratégies de régulation et d'optimisation thermique chez les insectes*. Rapport bibliographique, Master 2 Biologie – Agronomie – Santé Spécialité Comportement Animal et Humain Année 2014-2015. Université de Rennes 1.
https://www.researchgate.net/publication/290937706_La_thermoregulation_chez_les_insectes
(date de consultation du site 27-04-2019).
- 60- Perron J.-M., Jobin L.-J. et Mochon A., 2005. *Odonatofaune du parc national de la Yamaska, division de recensement de Shefford, Québec*. Le Naturaliste Canadien, Vol. 129 N° 2 – Été 2005. 17-25.
- 61- Ramade F., 1984.- *Eléments d'écologie, écologie fondamentales*. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 397 p.
- 62- Remsburg A. J., Olson A. C., Samways M. J., 2008. *Shade Alone Reduces Adult Dragonfly (Odonata: Libellulidae) Abundance*. Journal Insect Behavior, 21(6) : 460-468.
- 63- Ris F., 1913. *Odonata*. In : E. Hartert (ed.), *Expedition to the Central Western Sahara*. Odonata. Novitates Zoologicae, 20 : 468-469.
- 64- Ris F., 1928. *Enallagma deserti Selys, eine vergessene Libelle*. Entomologische Mitteilungen Berlin, 17 (4) : 277-282
- 65- Robert A., 1963. *Les libellules du Québec. Station biologique du mont tremblant service de la recherche*. Ministère de la chasse et des pêcheries, Québec. 60-62-98.
- 66- Rokh O., 2017. *Recensement de l'Odonatofaune dans différentes zones humides de la région de Bejaia*. Mémoire Master II, Biologie animale, Université de Bejaia, 11 p.
- 67- S.M.B., 2018.- Station Météorologique de Béjaia. *Rapport interne*, Béjaia.
- 68- Samraoui B., Benyacoub S., Mecibah S. & Dumont H.J., 1993. *Afrotropical libellulids in the lake district of El Kala, NE Algeria, with a rediscovery of Urothemis e. edwardsi (Selys) and Acisoma panorpoides ascalaphoides (Rambur) (Anisoptera: Libellulidae)*. Odonatologica, 22 (3) : 365-372.
- 69- Samraoui B., Menai R., 1999. *A contribution to the study of Algerian Odonata*. International Journal of Odonatology, 2 (2) : 145-165.



RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 70- Samraoui B. & Corbet P.S., 2000 a. *The odonata of Numidia, northeastern algeria. Part I. Status and distribution*. International Journal of Odonatology, 3 (1) : 11-25.
- 71- Samraoui B. & Corbet P.S., 2000 b. *The odonata of Numidia, northeastern algeria. Part II. Seasonal ecology*. International Journal of Odonatology, 3 (1) : 27-39.
- 72- Samraoui B., 2009. *Seasonal ecology of Algerian Lestidae (Odonata)*. International Journal of Odonatology, 12 : 383-394.
- 73- Samraoui B. & Alfarhan A.H., 2015. *Odonata in streams on Mount Edough, Algeria, and in Kroumiria, Tunisia*. African Entomology, 23 (1) : 172-179.
- 74- Selys-Longchamps E., 1849. *Les Libelluliens*. In: H Lucas (éd.), *Exploration scientifique de l'Algérie. 3^e partie: Animaux articulés. Quatrième ordre. Les Neuroptères. Troisième famille*, 115-135.
- 75- Selys-Longchamps E., 1865. *Odonates de l'Algérie*. Bulletin de l'Académie d'Hippone, 1 : 31-34.
- 76- Selys-Longchamps E., 1866. *Additions aux odonates de l'Algérie*. Bulletin de l'Académie d'Hippone, 2 : 40-41.
- 77- Selys-Longchamps E., 1871. *Nouvelle révision des odonates de l'Algérie*. Annales de la Société Entomologique de Belgique, 14 : 9-20.
- 78- Selys-Longchamps E., 1902. *Odonates d'Algérie. Recueillis en 1898 par M. le Prof. Lameere*. Annales de la Société Entomologique de Belgique, 46 : 430-431.
- 79- Silsby J., 2011. *Dragonflies of the World*. Natural History Museum/CSIRO Publishing, London, 216 p.
- 80- Simaika J.P. & Samways M.J., 2009. *An easy-to-use index of ecological integrity for prioritising freshwater sites and for assessing habitat quality*. Biodiversity Conservation. 18, 1171-1185.
- 81- Subramanian K.A., 2005. *Dragonflies and damselflies of Peninsular India. A field guide*. Project Lifescape. *Centre of Ecological Science, Indian Institut of Science, Indian Academy of Science, Bangalore*, 118 p.



RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 82- Suhling F., Schenk K., Padeffke T. & Martens A., 2004. *A field study of larval development in a dragonfly assemblage in African desert ponds (Odonata)*. *Hydrobiologia*. 528 : 75-85.
- 83- Ternois V., Fradin E. et Gautier C., 2005. *Atlas préliminaire des Odonates du Parc naturel régional de la Forêt d'Orient (1998-2005)*. *Cour. scient. PnrFO*, 28-84.
- 84- Testard, P., 1981. *Odonates in : Flore et faune aquatiques de l'Afrique Sahélo soudanienne*. *Initiations-Documentations Techniques, ORSTOM, Paris*, (45) : 445-481.
- 85- Williams D.D., 1997. *Temporary ponds and their invertebrate communities*. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 7: 105-117.
- 86- Zebba R., Khelifa R., Kahalerras A., 2015. *Emergence pattern, microhabitat choice, and population structure of the Maghrebian endemic Gomphus lucasii Selys (Odonata: Gomphidae) in Northeast Algeria*. *Aquatic Insects*, 36 (3-4) : 245-255.

Résumé

L'étude relative aux d'odonates menée sur l'oued Bousselam et le barrage de Tichy Haf situés dans la région de Bouhamza, au sud-ouest de Bejaia, a révélé une présence d'une odonatofaune assez importante, et cela sur une courte période de trois mois. Avec 22 espèces recensées, cette localité représente environ 35 % de l'odonatofaune Algérienne et presque 49% des espèces connues de la Numidie. Si aucune de ces espèces n'est nouvelle pour le pays, trois (03) le sont pour la région de Bejaia (*Calopteryx exul*, *Gomphus lucasii* et *Orthetrum nitidinerve*). La découverte de *Calopteryx exul* dans l'oued Bousselam, après une longue absence sur le territoire national, permet de placer ce cours d'eau comme deuxième site en Algérie pour cette espèce emblématique et endémique Maghrébine, après l'hydro-système de la Seybouse (Nord-Est Algérien). Les résultats obtenus grâce à cette étude sur la richesse spécifique et l'abondance totale des espèces d'odonates mettent en évidence l'impact négatif de ce barrage sur les communautés d'odonates. En effet, la zone « amont de l'oued », plus éloignées de l'ouvrage, est plus favorable que la zone « aval de l'oued » sous influence de l'ouvrage.

Mots clés : Odonates, Oued Bousselam, Barrage Tichy Haf, Bejaia.

Abstract

The odonata study carried out on Bousselam wadi and Tichy Haf dam located in the Bouhamza region southwest of Bejaia showed a fairly large presence of odonatological fauna over a short period of three months. With 22 species recorded, this locality represents about 35% of the Algerian odonatofauna and almost 49% of the known species of Numidia. While none of these species are new to the country, three of them are new to the Bejaia region (*Calopteryx exul*, *Gomphus lucasii* and *Orthetrum nitidinerve*). The recent discovery of *Calopteryx exul* in the Bousselam wadi after a long absence from the country's territory makes it possible to place this watercourse as the second site in Algeria for this emblematic and endemic North African species, after the Seybouse hydrosystem (North East Algeria). The results obtained by this study in terms of the specific richness and total abundance of odonate species illustrate the negative impact of this dam on odonata communities. In fact, the « upstream of the wadi » zone, further from the dam, is more favourable than the "downstream of the wadi" zone under the influence of the structure.

Kay words : Odonata, Bousselam Wadi, Tichy Haf Dam, Bejaia.

ملخص

أظهرت الدراسة المتعلقة باليعاسيب والتي أجريت لمدة ثلاثة أشهر على مستوى واد بوسلام، وسد تيشي حاف الموجودان بمنطقة بوحزمة، جنوب-غرب بجاية، تواجد معتبر لهذه الحشرات. حيث تم إحصاء 22 نوع من اليعاسيب في هذه المنطقة، أي ما يعادل 35% وقرابة 49% من مجموع انواع اليعاسيب المتواجدة في الجزائر وفي نوميديا على الترتيب. رغم ان الدراسة لم تكشف عن وجود اي نوع جديد من هذه الحشرات على مستوى الوطن، إلا ان الأنواع الثلاثة التالية تعتبر جديدة في منطقة بجاية: *Calopteryx exul*, *Gomphus lucasii*, *Orthetrum nitidinerv*

ان اكتشاف *Calopteryx exul* على ضفاف واد بوسلام، بعد اختفائها لمدة طويل على مستوى الاقليم الوطني، يسمح بتصنيف هذا المجرى المائي كثاني موقع في الجزائر، بعد حوض سيبوس (شمال-شرق الجزائر)، لهذا النوع المغاربي من اليعاسيب. واستنادا الى النتائج المحصل عليها حول التنوع الخاص والكثافة الاجمالية لأنواع اليعاسيب، يمكن القول ان لسد تيشي حاف تأثير سلبي على مجتمع اليعاسيب. اذ ان منطقة «المنبع» البعيدة عن السد هي أكثر ملائمة من منطقة «المصب» الواقعة تحت التأثير المباشر للسد.

الكلمات المفتاحية: اليعاسيب، واد بوسلام، سد تيشي حاف، بجاية.